Beiträge zur Kenntnis der Gattung Mycoderma

Von der

K. Technischen Hochschule zu München
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der technischen Wissenschaften (Doktor-
:: Ingenieurs) genehmigte Dissertation ::

Vorgelegt von
HANS LEBERLE
aus München

Referent:
Prof. Dr. Karl Lintner

Korreferent:
Prof. Dr. Karl Giesenhagen

Tag der mündlichen Prüfung: 18. März 1909

MÜNCHEN 1909
Kgl. Hof-Buchdruckerei Kastner & Callwey, Finkenstrasse 2.

Beiträge zur Kenntnis der Gattung Mycoderma

Von der

K. Technischen Hochschule zu München
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der technischen Wissenschaften (Doktor-
:: Ingenieurs) genehmigte Dissertation ::

Vorgelegt von
HANS LEBERLE
aus München

Referent:
Prof. Dr. Karl Lintner

Korreferent:
Prof. Dr. Karl Giesenhagen

Tag der mündlichen Prüfung: 18. März 1909

MÜNCHEN 1909
Kgl. Hof-Buchdruckerei Kastner & Callwey, Finkenstrasse 2.

Meiner lieben Mutter

in Dankbarkeit gewidmet.

Die vorliegende Arbeit ist im November 1906 im Praktikantenlaboratorium der kgl. Akademie für Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan begonnen und im Winter 1908 vollendet worden. Es sei mir gestattet meinem hochverehrtem Lehrer Herrn Professor Dr. H. Will für das mir stets entgegengebrachte Wohlwollen und die wertvollen Ratschläge auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555409_0080

Aus dem jahrzehntelangen Streit über die Hefepilze sind nunmehr klarere Anschauungen über die Gärungsvorgänge und die Organismen, welche jene hervorrufen, gewonnen worden. Die hervorragende wirtschaftliche Bedeutung der Hefepilze hat wohl wesentlich ihre wissenschaftliche Erforschung beschleunigt. Infolgedessen kennt man jetzt die Gärwirkung der sogenannten Kulturformen der Alkoholgärungspilze wenn auch noch nicht vollständig, so doch jedenfalls in weit höherem Maße als um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Durch das Studium der praktisch bedeutsamen Erreger der alkoholischen Gärung und das Bestreben möglichst reine Gärungen zu erhalten, hat sich aber aus dem Chaos der Organismen, welche sich in ungebetener Weise teils als harmlose Gäste, teils als Schädlinge in den Gärungsbetrieben einstellen, die Familie der Saccharomyceten, der Hefen, mit ihren Gattungen und Arten immer schärfer abgehoben. Es können nunmehr kaum Zweifel bestehen, welche der in den Gärungsbetrieben und in der freien Natur auftretenden Sproßpilze den Saccharomyceten zuzurechnen sind und welche nicht. Bei den außerhalb der Familie der Saccharomyceten stehenden Sproßpilzen ist aber die Frage ihrer Zugehörigkeit zu einer bekannten Gruppe von Pilzen überhaupt und von Sproßpilzen insbesondere noch recht wenig geklärt; sie haben wie so viele andere unvollkommen bekannte Pilze vorläufig ihren Platz bei den Fungi imperfecti erhalten. Eine Zusammenfassung einzelner Formen zu einer Gruppe innerhalb jener ist sehr schwierig. Bis jetzt sind nämlich noch

recht wenige einer, den neueren Anschauungen entsprechenden umfassenden, morphologischen, physiologischen und biologischen Untersuchung unterzogen worden. Außerdem aber sind, direkt damit im Zusammenhange stehend, die bis jetzt bestehenden Gruppen zum größten Teil viel zu wenig scharf begrenzt. Anläufe zu einer schärferen Definierung und Umgrenzung sind allerdings in den letzten Jahren gemacht worden. So hat Will durch ein Studium von 15 Formen von Sproßpilzen den Formenkreis der Tornlaccen abzugrenzen und eine gewisse Ordnung in diese Literatur zu bringen versucht. Die Umgrenzung dieser formenreichsten Gruppe ist um so schwieriger, als eine Reihe von Erscheinungen, wie die rasche Hautbildung und andere ihr nicht ausschließlich zukommen, sondern weil sie jene sowohl mit den Saccharomyceten wie mit einer zweiten Gruppe von Sproßpilzen innerhalb des Formenkreises der Fungi imperfecti teilt. Gleichwohl darf man sich der Hoffnung hingeben, daß damit Wege gezeigt wurden, wie der bisher bestehenden Verwirrung ein gewisser Einhalt gemacht werden kann.

Bekanntlich bilden sich auf den verschiedensten organischen Flüssigkeiten wie Wein, Bier, Sauerkraut, Fruchtsäften und vielen anderen Nährböden künstlicher oder natürlicher Art in kurzer Zeit feine, dünne Häute, wohl unterscheidbar von den Schimmelpilzvegetationen. Diese Oberflächenvegetationen werden als Kahm, Kuhnen, Kahmhäute, fleurs de vin usw. bezeichnet und diejenigen Organismen, welche dieselben hervorrufen, als Kahmpilze und Kahmhefen. Als man dann anfing, sich mit diesen Pilzen zu beschäftigen, wurde als Kahmpilz ein bestimmter Sproßpilz bezeichnet. Er wurde Mycoderma benannt, ein Name, der, wie weiterhin gezeigt werden

soll, die mannigfachsten Schicksale erlitten hatte und noch weiter erlitt. Man unterschied auch nach ihrem Vorkommen zwei Arten: Mycoderma vini und Mycoderma cerevisiae, die „Wein- und die Bierblume". Später bürgerte sich aber das Wort Mycoderma als eine allgemeine Bezeichnung für eine Decken- oder Hautbildung auf Flüssigkeiten ein. Da nun aber verschiedenartige andere Sproßpilze (Saccharomyceten, Torulaarten und andere) Häute wie Mycoderma bilden, so wurde die ursprüngliche Bedeutung des Gattungsbegriffes Mycoderma immer mehr verwischt. Die Verwirrung wurde noch mehr gesteigert, als für diese Pilze, welche hauptsächlich an der Flüssigkeitsoberfläche wachsen und sehr rasch eine Haut bilden, also luftliebend sind, die Bezeichnung Kahmhefen auftauchte.

Herr Professor Dr. H. Will veranlaßte mich daher, an der Hand einer äußerst reichhaltigen Sammlung von Literaturnachweisen, die mir in der liebenswürdigsten Weise zur Verfügung gestellt wurden, die im Laufe der Zeit sehr verschiedenartige Bedeutung des Begriffes Mycoderma und die wechselnden Bezeichnungen der Mycodermaarten kritisch zu verfolgen, durch Untersuchungen an typischen Arten den Begriff Mycoderma morphologisch und physiologisch festzulegen und eine breitere Basis für die Umgrenzung der Gattung Mycoderma zu schaffen. Als Material für diese Untersuchungen wurden mir in entgegenkommendster Weise aus der Sammlung der wissenschaftlichen Station für Brauerei in München vier Mycodermaformen von verschiedener Herkunft in Reinkultur zur Verfügung gestellt.

Bei einer kritischen Uebersicht der Literatur über Mycoderma, soweit sie uns hier in der angegebenen Richtung interessiert, ergeben sich in natürlicher

Weise zwei große Abschnitte: die Zeit vor der Einführung der Reinzucht mittels der Einzellkultur und die Zeit nach dieser. Die älteren Forscher auf dem Gebiete der Mycodermaorganismen arbeiteten ja nicht mit Reinkulturen. Somit sind ihre Arbeiten oft vom Zufall beeinflußt und deshalb nur mit großer Vorsicht aufzunehmen. Ich werde diese kritische Uebersicht, in welcher nur die Arbeiten allgemeineren Inhalts berücksichtigt sind, daher teilen in

I. Die Literatur bis zur Einführung der Reinzuchtsmethoden.

II. Die Literatur von der Einführung der Reinzucht bis jetzt.

I. Die Literatur bis zur Einführung der Reinzuchtmethoden.

Den Ausgangspunkt für die Uebersicht möge die Begriffsbestimmung der Gattung Mycoderma durch Reess[85]) bilden. Denn diese war die erste und wird in fast allen späteren Arbeiten erwähnt. Reess hat in seinen bekannten botanischen Untersuchungen über die Alkoholgärungspilze, welche einen bedeutsamen Wendepunkt in der Auffassung der Natur der Hefen bildete, im Anschluß an die Aufstellung und genaue Charakterisierung der Gattung Saccharomyces auch den Kahmpilz des Weines und Bieres ausführlich behandelt. In seiner Zusammenfassung der Saccharomycesarten führt er unter den unvollständig bekannten Arten neben dem Saccharomyces apiculatus den Saccharomyces mycoderma an und bezeichnet ihn als Verwesungspilz.

Es handelt sich nun zunächst darum, ob Reess unter seinem Saccharomyces mycoderma eine Form

verstand, die mit jenen, welche in dieser Arbeit als Mycodermaformen bezeichnet werden identisch bezw. artverwandt ist oder nicht. Sowohl nach der allgemeinen morphologischen Schilderung (S. 70, 71 und 83) als auch insbesondere nach den Abbildungen (T. IV. 10 u. 11) kann über diese Frage kein Zweifel bestehen. Die typische rechteckige Form der Zellen, die „Bäumchenform" der Sprosse, bis zu einem gewissen Grade auch die physiologischen Eigenschaften lassen mit Sicherheit darauf schließen, daß Reess einen Sproßpilz vor sich hatte, den die wissenschaftliche Literatur jetzt als eine Mycodermaform bezeichnen würde, d. h. eine Form, die den später zu beschreibenden Kulturen im allgemeinen morphologisch und physiologisch gleichzustellen ist.

Die Ansichten von Reess über diesen hautbildenden Sproßpilz lassen sich in zwei Hauptsätzen niederlegen:

1. Mycoderma ist ein Sproßpilz. Er ist nicht identisch mit den Alkoholgärungspilzen. Er ist auch keine sog. „Standortsform" oder Variation der typischen Hefe, Saccharomyces cerevisiae, in die er nie umgewandelt werden kann. Er ist eine eigene, wohldefinierte Art. Mycoderma ist zur alkoholischen Gärung nicht befähigt.

2. Der Kahmpilz des Weines und Bieres ist nach seiner Sprossungsvegetation, Ascus- und Sporenbildung und der Wiedererzeugung der Sproßvegetation aus den keimenden Sporen ein Saccharomyces, ein Gattungsverwandter der Alkoholgärungspilze. Reess faßt dann die als Mycoderma vini und cerevisiae bislang getrennten Formen in Saccharomyces mycoderma zusammen und betrachtet sie als Saccharomycesart, die keinen Alkohol produziert.

Der erste dieser Sätze war der Behauptung Pa-

steurs[78]) (S. 112) gegenübergestellt, Mycoderma verhalte sich bei Luftabschluß als Alkoholferment, woraus dann ohne weiteres die Identität mit Saccharomyces cerevisiae gefolgert wird. Die weiteren Ausführungen von Reess, welche sich sowohl gegen die Anschauung richten, nach welcher je nach Anwesenheit oder Abwesenheit von Luft Hefe oder Kahm entsteht, wie gegen die Umwandlungsfähigkeit von Kahm in Penicillium glaucum, mögen hier nur erwähnt sein.

Hat Reess das Verdienst, die Mycodermaformen von den eigentlichen Alkoholgärungspilzen getrennt zu haben, so ist die Einordnung von Mycoderma in die Gattung Saccharomyces nach den jetzigen Ansichten über jene unhaltbar. Den zwei von ihm selbst für die Saccharomyceten aufgestellten Gattungsmerkmalen, als Gärungserreger zu wirken und Sporen zu bilden, konnte Reess bei Mycoderma nur mit Schwierigkeiten gerecht werden. Bezüglich der Fähigkeit als Alkoholbildner zu wirken, verweist Reess zwar auf die Pasteurschen Versuche, daß Mycoderma untergetaucht Alkohol erzeugen könne, im übrigen stützt er sich wieder auf den Gegenversuch mit negativem Ergebnis. Bezüglich der Sporenbildung zieht er französische Autoren De Seynes[100]) und Trécul[85]) heran. Er selbst will Sporen bei Mycoderma jedoch nur einmal gesehen, deren Keimung aber niemals beobachtet haben.

Bis zu der Aufstellung des Systems von Reess hatte der Begriff Mycoderma bereits verschiedene Wandlungen durchgemacht. Der Name Mycoderma ist der älteste für Sproßpilze überhaupt angewandte. Persoon[81]) gebrauchte ihn ursprünglich als Gattungsnamen und bezeichnet mit ihm die Sproßpilze im allgemeinen und zwar sowohl Saccharomyceten als Nicht-Saccharomyceten. Zum ersten Male erlangte

er eine ähnliche Bedeutung wie jetzt, d. h. als Bezeichnung eines hautbildenden Organismus bei Desmazières[21]), der von Mycoderma cerevisiae und Mycoderma vini spricht und den Formenkreis von Mycoderma bedeutend enger zieht. In gewisser Beziehung kommt hier bereits der Gedanke an eine Trennung der Mycodermaformen von den anderen Sproßpilzen zum Ausdruck. Für den „Kahm" trat dann wieder eine völlig neue Bezeichnung bei Bonorden[16]) ein, der hiefür den Namen Hormiscium wählt, ein Wort, welches Bail[85]) wieder auf die Alkoholfermentpilze bezog. Als Hormiscium fand der Kahm auch keinen Eingang in die Literatur, und in den nächsten Veröffentlichungen treffen wir wieder die alte Bezeichnung Mycoderma. So sprechen die meisten Forscher nur noch von Mycoderma und verbinden hiemit bereits einen bestimmten Begriff hinsichtlich der Zellform und der physiologischen Verhältnisse. Aber eine genauere Charakteristik wurde nicht gegeben, und so blieb der schwankende und unsichere Begriff des Kahms, der Kahmhefe und der Mycoderma. Sehr treffend wird dieses Verhältnis durch die Worte de Barys[3]) (1869) gekennzeichnet:

„Mycoderma bedeutet eine Pilzhaut oder eine schleimige Haut. Der Name ist also nach der äußeren Erscheinung des auf der Flüssigkeitsoberfläche vorhandenen Pilzes gewählt. Er stammt aus einer Zeit, wo man sich weniger an mikroskopische Untersuchung als an die Wahrnehmung des blossen Auges halten konnte. Es führen nun auf Grund ihres Auftretens im großen den Namen Mycoderma noch andere pflanzliche Formen, welche mit Mycoderma vini nur die ebenbezeichnete oberflächliche Aehnlichkeit, dagegen von ihm gänzlich verschiedene Form und Ent-

wicklung haben. Mycoderma aceti, zu deutsch die Essigmutter, ist eine der bemerkenswertesten von diesen.

So stand es mit der Umgrenzung des Begriffes Mycoderma, als Reess im Jahre 1870 mit seinem System hervortrat. Engel[25]) knüpft direkt an die Beobachtungen von Reess an. Er behält den Saccharomyces mycoderma R. bei und bringt für die auf sehr unsicherer Grundlage beruhende Angabe über die Sporenbildung neue Beweise, indem er den Vorgang der Sporenbildung genau schildert. Aus der seiner Abhandlung beigegebenen Zeichnung gewinnt man jedoch nicht den Eindruck, daß er wirklich Sporen vor sich gehabt hat. Seine Sporen gleichen vielmehr den „Oelkörperchen" der Mycodermazellen (vgl. Will[109]). Auch Engel spricht sich gegen die Umwandlungsfähigkeit der Mycoderma in Hefe und Penicillium aus und vermag auch die Ansicht Pasteurs an der Alkoholerzeugung durch Mycoderma nicht recht zu teilen.

Pasteur[78]) selbst hat sich sehr eingehend mit Mycoderma befaßt und kommt in verschiedenen seiner Abhandlungen auf diesen Organismus zu sprechen. In erster Linie nimmt er gegen die phantastischen pleomorphistischen Spekulationen jener Zeit Stellung, die einen Kreislauf Hefe—Mycoderma—Penicillium in allen Variationen behaupten. Daß er selbst Mycodermaformen vor sich hatte, ist seinen Beschreibungen und Zeichnungen nach sicher (Etudes sur la bière, Taf. IV.). Pasteur glaubte ursprünglich an die Umwandlung der Mycoderma in Hefe, überzeugte sich jedoch auf Grund eigener Versuche von der Unrichtigkeit dieser Behauptung. Dagegen hielt er an der Ansicht, daß Mycoderma untergetaucht Alkohol erzeuge, hartnäckig fest, obwohl er lebhaften

Widerspruch fand. Offenbar hatte Pasteur bei diesen Versuchen nicht mit reinen Kulturen gearbeitet.

Pasteur[80]) spricht in seinen „Etudes sur le vinaigre“ noch von einem Mycoderma, nämlich von der obenerwähnten Mycoderma aceti, der Essigblume oder Essigmutter. Dieses Mycoderma aceti war identisch mit der „Ulvina aceti“ Kützings[56]) und bezeichnete Essigbakterien, das jetzige Bacterium aceti und verwandte Arten. Die Bezeichnung Mycoderma für diese Organismen stammt nicht von Pasteur. Persoon[81]) hatte sie bereits angewandt, und sie hatte sich jahrzehntelang fortgeschleppt. Daß Pasteur selbst die Unterschiede zwischen der Weinblume und der Essigmutter kannte und sich nicht an das Wort Mycoderma klammerte, ist unzweifelhaft. Mycoderma aceti, der Erreger der Essigbildung entwickelt eine feine, matte Haut auf den von ihm befallenen Flüssigkeiten, welche derjenigen von Mycoderma cerevisiae und vini im jugendlichen Stadium ähnlich ist. Eine Meinungsverschiedenheit hinsichtlich des Erregers der Essigbildung war um so eher möglich, als der Sproßpilz Mycoderma neben essigbildenden Spaltpilzen in den Hautvegetationen sehr oft vorkommt und beide außerdem die Eigenschaft der Säurebildung gemeinsam haben. Daß Verwechslungen vorkamen, beweist folgende Tatsache. Turpin[56]) hatte seiner „Mère du vinaigre“ einem Sproßpilz von der Art einer Mycoderma vini die Bildung der Essigsäure zugeschrieben. Er hatte offenbar eine jener Mycodermaarten gefunden, die fähig sind, Essigsäure zu bilden. Pasteur griff Turpin wegen dieser Angabe an, jedoch konnte Lafar[56]) im Jahre 1893 dieses Mißverständnis aufklären, indem er einen Mycodermähnlichen Sproßpilz isolierte, der Essigsäure erzeugte.

In einer größeren Arbeit verbreitete sich Cien-

kowski[19]) über die Pilze der Kahmhaut. Er behandelt die Frage rein morphologisch und zieht in den Kreis der Beobachtung Mycoderma vini (Desmazières) Oidium lactis und Chalara mycoderma. Nach einer genauen Schilderung der Sprossung, Sproßfolge und verschiedener Details bringt Cienkowski als neues Moment für die Charakterisierung von Mycoderma die Mycelbildung. Bei der Sprossung entstehen die Aeste durch gewöhnliche Ausstülpung der Glieder und wachsen an der Spitze fort. Die Glieder selbst wachsen ebenfalls in die Länge und werden durch Querwände vermehrt; wenn das Mycel in die sprossende Form übergeht, wird es bei ungehindertem Luftzutritt durch zahlreich auftretende Scheidewände oder vermittels Einschnürungen zerstückelt. Das Wachstum der Glieder hört dann ganz auf. Cienkowski geht dann noch des näheren auf die Sporenbildung ein. Das direkte Auskeimen der Zellen mit einem oder mehreren nicht selten verzweigten Schläuchen, die Einschnürungen mit oder ohne Auftreten von Querwänden, die häufig vorkommenden breiten Scheidewände und das Zerbröckeln des Mycels in Oidiumähnliche Formen sprechen im Zusammenhange mit der Endosporenbildung dafür, daß Cienkowski kein Mycoderma in unserem Sinne vor sich gehabt hat. Auch seine Zeichnungen verstärken diese Ansicht teilweise ganz wesentlich. Cienkowski sucht den engen Kreis, den Reess um die Saccharomycesarten gezogen hat, zu erweitern, indem er die Forderung der Endosporenbildung offen läßt. Bei seinen Untersuchungen spricht er wieder nur von Mycoderma vini, nicht von Saccharomyces mycoderma.

Brefeld[18]) kommt in seiner Abhandlung über die Gärung ebenfalls kurz auf die hefeähnliche Mycoderma zu sprechen. Der Sporenbildung gegenüber ver-

hält er sich sehr skeptisch. Auch seine Versuche mit untergetauchten Mycodermazellen Alkohol zu erzeugen, verliefen negativ, d. h. es wurden nur Spuren von Alkohol (0,3%) gebildet. In der fast gleichzeitig erschienenen Arbeit von A. Bêlohoubek[11]) werden Mycoderma aceti und Mycoderma cerevisiae zum ersten Male verwechselt. Bêlohoubek beschreibt als ständige Bestandteile der Preßhefe Mycoderma aceti und Oidium lactis. Unter Mycoderma aceti versteht er einen Sproßpilz, dem zugleich Sporen- und Mycelbildung eigen ist. Er beruft sich im wesentlichen auf die Beobachtungen Cienkowskis, die er bei seiner Mycoderma aceti bestätigen konnte. Kurz, die Arbeit gibt ein Bild, wie der Begriff Mycoderma bereits wieder verzerrt war und wie sich immer noch nicht eine klare Anschauung durchgerungen hatte.

Naegeli[77]) bestätigt in seiner Theorie der Gärung eine arge Verwirrung in der Synonymie der deckenbildenden Organismen und schlägt folgende Einteilung der Decken oder Häute vor:

1. Essigmutter (Ulvina aceti — Mycoderma aceti).
2. Essighäutchen (Mycoderma cerevisiae, auch unter dem Namen Mycoderma aceti und Mycoderma vini).
3. Kahmhaut (Gekrösehaut): Saccharomyces mesentericus, welcher die Fruchtsäuren verzehrt. Nachher siedelt sich der Essigpilz, Mycoderma vini, an.
4. Falsche Kahmhaut: Sproßpilze, welche die Fruchtsäuren nicht verzehren. Infolgedessen kann sich der Essigpilz nicht ansiedeln.
5. Essigätherhäutchen: Saccharomyces sphaericus, Sproßpilz und Spaltpilze (Essigpilz).

Diese Einteilung und die Einführung der neuen

Nomenklatur kann als einer der unglücklichsten Versuche bezeichnet werden, Klarheit in die verworrenen Begriffe der deckenbildenden Organismen zu bringen. Der Sproßpilz Mycoderma erscheint hier vollkommen ausgeschaltet, an seine Stelle ist ein Saccharomyces mesentericus getreten, der wie der Saccharomyces sphaericus vollkommen neu geschaffen ist. Das Wort Mycoderma ist nur mehr für essigbildende Bakterien in unrichtiger Weise angewandt. Auch die Unterscheidung der echten und falschen Kahmhaut, je nachdem der betreffende Sproßpilz Fruchtsäuren verzehrt oder nicht, ist kaum begründet. Die Einteilung hat sich auch nirgends Eingang verschafft, ebensowenig wie die neugeschaffenen Saccharomyceten in die Nomenklatur aufgenommen wurden.

Ein drastisches Bild, welch unklare Anschauungen über Mycoderma herrschten, gibt auch der Streit über die Identität des Kahmpilzes mit dem Soorpilz zwischen Grawitz[31]), Plaut[82]) und Reess[86]).

II. Die Literatur von der Einführung der Reinzucht an bis jetzt.

So stand es mit der Bedeutung des Begriffes Mycoderma, als anfangs der Achtzigerjahre durch Hansen zuerst die Reinkultur Anwendung auf die Sproßpilze fand und hierdurch eine Hauptquelle von Irrtümern ausgeschaltet wurde. In den veröffentlichten Arbeiten beschäftigt sich Hansen[33]) mit den Mycodermaarten nur wenig. Er wendet anfangs auch die Nomenklatur wie Reess an und stellt das eine fest, daß unter dem Namen Saccharomyces mycoderma sich in Wirklichkeit mehrere Arten verbergen. Welche

Sproßpilze Hansen als Saccharomyces mycoderma meinte, geht aus seinen Zeichnungen hervor. Sie sind offenbar mit den Formen identisch, welche Pasteur abgebildet hat.

Duclaux[22]) unterscheidet in seiner Chimie biologique scharf zwischen Mycoderma aceti und Mycoderma vini. Er geht bei der Schilderung der beiden Mycodermen als Krankheitsformen von Wein und Bier aus. Auch er behauptet, die Sporenbildung bei Mycoderma vini, kennt aber die allgemeinen physiologischen Eigenschaften der Mycodermaformen ziemlich gut. Der Ansicht, daß Mycoderma eine aerobe Form der Hefe sei, tritt er entgegen.

Die Schädlichkeit bezw. die Unschädlichkeit der Mycodermen für die Produkte der Gärungsgewerbe war im allgemeinen das Hauptziel der Arbeiten dieser Zeit. Insbesondere für die Weinbereitung hatte Mycoderma ein besonderes Interesse gewonnen, da seine Alkohol- und Säureverzehrenden Eigenschaften bekannt waren. So gibt M. Barth[2]) Mittel an, ihn zu unterdrücken, Behrens[5]) verbreitet sich über die geschmacklichen Veränderungen durch Mycoderma. Außerdem befassen sich damit noch J. Wortmann[114]), E. Kramer[47]), Ravizza[84]) und andere. Die hier interessierenden Fragen berühren diese Arbeiten im allgemeinen nicht.

Nachdem Bêlohoubek[11]) und später Kukla auf die Gefahren der Mycodermen für das Bier aufmerksam gemacht hatten, wandten sich auch die auf dem Gebiete der Brauerei tätigen Forscher diesem Sproßpilze zu. Die von Kukla beobachteten Arten gehören allerdings dem Formenkreis der Mycoderma wahrscheinlich nicht an. Lasché[57 58]) veröffentlicht eine Arbeit über Organismen, die er als Mycoderma bezeichnet, Brandis[17]) und Windisch[111]) brach-

ten Beiträge, die rein praktische Fragen aus dem Brauereibetriebe berührten.

Die verschiedenen Sammelwerke dieser Zeit über Pilze geben nur ein Spiegelbild der jeweils geltenden Anschauungen über den Kahmpilz. Eine selbständige Anschauung kommt nicht zur Geltung. In diese Zeit fallen auch die ersten Arbeiten über einzelne bestimmte Arten des Kahmpilzes.

Zunächst sind hier Laschés[58]) rote Mycodermaarten erwähnenswert (Mycoderma humuli und rubrum), die sich durch eine eigenartige Vermehrung auszeichnen. Ob diese Formen zu Mycoderma gehören, erscheint sehr zweifelhaft. Beiyerink[6]), der noch völlig die Ansichten von Reess vertritt, schlägt eine Einteilung der Saccharomyceten auf Grund ihres Verhaltens gegen Zuckerarten vor und stellt als Glukoseverzehrenden Pilz Saccharomyces mycoderma auf, den er Glucomyces nennt.

Fischer[26]) und Brebeck traten kurz darauf mit einer Aufsehen erregenden Arbeit hervor. Sie wollten bei kahmhautbildenden Sproßpilzen eine neue Vermehrungsart, nämlich eine endogene Zellbildung beobachtet haben. Außerdem ersetzen sie den Namen Mycoderma durch Blastoderma. Mit Endoblastoderma sollen dann jene Kahmhautbildenden Sproßpilze bezeichnet werden, die regelmäßig und frühzeitig eine Kahmhaut bilden, und die Fähigkeit besitzen, endogene Zellen zu bilden. Die Gattung Endoblastoderma soll je nach der Mycelbildung und der Fähigkeit der Arten, alkoholische Gärung hervorzurufen, eingeteilt werden. Mit Endoblastoderma amycoides (I—IV) werden Formen ohne Mycelbildung bezeichnet, welche keine alkoholische Gärung hervorrufen. Mit Endoblastoderma glucomyces bezw. pulverulentum solche, welche Mycelien bilden und alko-

holische Gärung erzeugen. Blastoderma salmonicolor bildet weder endogene Zellen noch ist es gärungserregend. Die endogene Zellbildung der Mycoderma begegnete allgemeinem, lebhaftem Widerspruch. Weder Will noch Lindner konnten sie bei ihren Untersuchungen bestätigen. Auch die Bezeichnung Blastoderma führte sich nicht ein. Nachdem in der neueren Literatur unter Mycoderma doch bereits ganz bestimmte Sproßpilzformen vom Typus des gewöhnlichen Bier- und Weinkahmpilzes zusammengefaßt werden, würde die Aufstellung einer neuen Gattung nur wieder Verwirrung hervorgebracht haben. Jene Aufstellung ist um so weniger berechtigt, als Sproßpilze sehr verschiedener Art zusammengefaßt werden.

Im Anschluß an eine erste Mitteilung über eine Mycodermaart, welche hauptsächlich für die Praxis des Brauereibetriebes Bedeutung hat, veröffentlichte H. Will[108 109]) eine ausführliche morphologische Arbeit über eine typische Mycodermaform, welche starke Entfärbung in einem obergärigen Biere hervorgerufen hatte. Das Studium dieser Mycodermaform wurde benützt, „um eine Basis für das vergleichende Studium der Mycodermaarten überhaupt zu gewinnen". Zum ersten Male seit Reess wird hier also die Notwendigkeit betont, den Begriff Mycoderma festzulegen. In dieser Absicht gibt Will eine ausführliche Schilderung der morphologischen Verhältnisse und berührt auch einige physiologische Fragen. Er gibt an, daß seine Mycodermaart keine alkoholische Gärung hervorruft und teilt Versuche über Säurebildung mit. Er stellte sich damals schon auf den Standpunkt, den er später in seinen Mitteilungen über die Torulaceen betont, daß die Mycodermaarten sich von ähnlichen Sproßpilzen durch die Unfähigkeit, alko-

holische Gärung hervorzurufen, unterscheiden. Ob die von Henneberg[35]) beschriebenen zwei Kahmhefen zu Mycoderma oder einem anderen Formenkreis gehören, ist nicht ersichtlich. Da sie Gärvermögen besitzen, müßten sie nach Wills Anschauung von Mycoderma getrennt werden. Heinze[34]) gibt eine ausführliche Beschreibung einer aus Sauerkraut gezüchteten Mycoderma, Mycoderma cucumerina, wie er sie bezeichnet, die ebenfalls vergärt. M. Kuensberg[49]) isolierte einen roten Kahmpilz. Eine zusammenfassende Arbeit über 35 „Kahmhefen" gibt R. Meissner[72]). Zwölf von diesen, welche Sporen bildeten, rechnet er zu den Saccharomyceten, die übrigen zu den Nicht-Saccharomyceten. Alle diese Arbeiten bringen ja ein reiches Tatsachenmaterial, unzählige Einzelheiten morphologischer und biologischer Natur; in keiner wird aber die allgemeinere Frage aufgeworfen, ob der betreffende Organismus als Mycoderma angesprochen werden darf. Ueberblickt man alle diese Arbeiten, bei welchen entweder direkt die Bezeichnung Mycoderma oder Kahmhefen gebraucht werden, so ist eine außerordentliche Verschiedenheit der wichtigsten morphologischen und physiologischen Eigenschaften zu erkennen. Während die Merkmale der Saccharomyceten, Sporenbildung und Gärvermögen, den einen Mycodermaarten abgesprochen werden, finden sie sich wieder bei einer Reihe von anderen Arten. Wenn nunmehr auch die gröbsten Verwechslungen wie mit Bacterium aceti ausgeschlossen sind und der Begriff Mycoderma nur mehr für deckenbildende Sproßpilze in Anwendung kommt, so ist doch bezüglich der Morphologie und Physiologie noch keine Klarheit geschaffen. Infolgedessen stehen alle diese Arbeiten für sich allein, sie können nach einem einheitlichen Gesichtspunkt nicht

zusammengestellt werden. Bei einer kritischen Betrachtung aller teils unter den Sammelnamen wie Kahmhefe, Kahmpilze oder unter dem Gattungsnamen Mycoderma beschriebenen Formen ist es daher außerordentlich schwer, ja unmöglich, zu entscheiden, ob sie der hier zu schildernden Gruppe von Mycoderma angehören oder nicht.

In der folgenden Arbeit sollen die vier Mycodermaarten zunächst morphologisch mit der von Will untersuchten Mycodermaform verglichen werden; im Anschluß hieran ist der Versuch gemacht worden, die physiologischen Merkmale der Gattung Mycoderma festzulegen.

Versuchsanstellung.

Die Reihenfolge der Versuche, welche zur morphologischen und physiologischen Definition der vier Mycodermaformen angestellt wurden, war folgende: Morphologisch wurden die allgemeinen Eigenschaften der Zellen, wie Form, Größe und Aussehen und deren Beeinflussung durch äußere Einflüsse behandelt. Hierauf wurde die Bildung der Vegetationsorgane, also die Wachstumsform auf verschiedenen flüssigen und festen Nährböden verfolgt. Insbesondere wurde auch der Wachstumsform in sog. Riesenkolonien Aufmerksamkeit geschenkt. Der Frage, ob sie ähnliche Fruktifikationen wie die Saccharomyceten bilden, wurde ebenfalls nähergetreten. Die Morphologie ihrer typischen Wachstumsform auf Flüsigkeiten, der Oberflächenvegetation wurde eingehender behandelt. Der physiologische Teil gliederte sich in drei Abschnitte:

1. Verhalten gegen Zuckerarten. Zum Versuche herangezogen wurden: Dextrose, Laevulose, Galak-

tose, Saccharose, Maltose, Milchzucker und gehopfte Bierwürze. Die Gärversuche wurden sowohl nach der sog. Kleingärmethode nach Lindner, als auch mit größeren Mengen Nährflüssigkeit durchgeführt. Sie bezweckten die Feststellung der Gärfähigkeit der Mycodermaformen, also die Bildung von Alkohol. Hiebei wurde auch die Bildung von Säure verfolgt und die Beziehungen zwischen Zucker, Alkohol und Säure beobachtet.

2. Verhalten gegen Aethylalkohol. Die Versuchsreihe versuchte die Feststellung, wie die Formen auf Alkoholhaltigen Böden wuchsen, wie sie auf Alkohol wirkten und welche Mengen von Alkohol die Entwicklung hemmen konnten.

3. Verhalten gegen organische Säuren: In den Kreis der Beobachtung wurden gezogen: Essigsäure, Weinsäure, Milchsäure, Zitronensäure, Apfelsäure und Bernsteinsäure. Die Fragestellung lautete: Können die vier Mycodermen diese Säuren assimilieren, welche Mengen dieser Säuren hemmen die Entwicklung der Mycoderma.

Um bei allen Versuchen ein möglichst gleichmäßiges Ausgangsmaterial zu haben und so von vornherein gleiche Bedingungen zu schaffen, wurden jedesmal Zellen aus 5 Tage alten Kulturen auf 10 prozentiger, gehopfter Bierwürze zur Einsaat verwendet. Die äußeren Bedingungen, unter denen die Kulturen standen, sind bei den einzelnen Versuchen immer bekanntgegeben.

Als Nährflüssigkeiten kamen bei den Beobachtungen in Anwendung:

1. Gehopfte Bierwürze von 10% B.
2. Desgleichen mit einem Zusatz von 0,7% Asparagin.
3. Desgleichen mit einem Zusatz von 1% wein-

saurem Ammon.

4. Sauere Bouillon-Peptonlösung.
5. Sauerkrautwasser.
6. Gelberübenwasser (Daucus carota).
7. Kartoffelwasser.
8. Peptonlösung von folgender Zusammensetzung:

0,5 gr $CaHPO_4$
4,55 gr KK_2PO_4
2,1 gr $MgSO_4$
20,0 gr Pepton-Witte
} auf 1 l dest. Wasser.

Die Nährlösung 4 wurde nach Heim (Lehrbuch der bakteriol. Untersuchung, 1894, I. Aufl. S. 69, 72 u. 73) hergestellt, ohne daß sie neutralisiert wurde. Die Nährlösungen 5 und 6 wurden nach Will (Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde, XVII. Band, II. Abtlg.) bereitet. Als feste Nährböden wurden die angegebenen Lösungen mit 10% Gelatine verwendet.

Die völlige Reinheit der Formen wurde bei den einzelnen Kulturen mikroskopisch festgestellt. Es wurden immer Parallelversuche ausgeführt.

Die vorhandene Literatur wurde bei den einzelnen Versuchsreihen, in welche sie einschlägig war, kurz besprochen. Am Schlusse der Arbeit findet sich eine größere Zusammenstellung der hauptsächlichsten Literatur über Mycoderma.

A. Allgemeine und spezielle Morphologie der vier Mycodermaformen.

Die Sprosselemente der vier Mycodermaformen, ihre Gestalt, Grösse und ihr allgemeiner Bau.

Mit dem Begriff Mycoderma ist unter bestimmten Bedingungen die Vorstellung einer bestimmten Gestalt der Zellen verbunden, und zwar ist dieselbe im

optischen Querschnitte diejenige eines Rechteckes mit abgerundeten Ecken. Auch die vorliegenden Mycodermaformen näherten sich diesem allgemeinen Schema mehr oder weniger. Es sind hierbei normale Verhältnisse vorausgesetzt, wie z. B. auf gehopfter Bierwürze bei Luftzutritt und einem Alter bis zu 8 Tagen. Unter veränderten Bedingungen und zunehmendem Alter variiert jedoch die Gestalt der Zelle. Zunächst fanden sich bei allen vier Formen bedeutende Variationen bezüglich der Maßverhältnisse der längeren und kürzeren Seite des Rechteckes. Ueberaus lange, schmale Formen treten bereits nach 7—8 Tagen neben gedrungenen, hefenähnlichen auf. Auch bezüglich der Abrundung der Ecken sind ähnliche Verschiedenheiten bemerkbar. Während die einen Zellen fast rechtwinklig abgeschnitten erscheinen, sind andere sehr stark zugespitzt. Zwischen diesen Extremen kommen sämtliche Zwischenstufen vor und zwar an beiden Enden. Also schon in jungen, unter gleichmäßigen Bedingungen gehaltenen Kulturen ist eine große Vielseitigkeit der Erscheinung hinsichtlich der Gestaltung der Zelle vorhanden. Der Formenreichtum wird in älteren Kulturen noch gesteigert (Tafel I Z. 1). Hier finden sich neben der Grundform der Zellen die abenteuerlichsten Ausbildungen. Aenderungen des Nährbodens oder der äußeren Einflüsse, wie Temperatur, Luft und Licht machen nach den Versuchen, die mit den angewandten Nährlösungen ausgeführt wurden, die Formenmöglichkeit zu einer unbegrenzten. Auf Grund der Gestalt der Zellen ist also eine Entscheidung, ob eine Mycodermaform vorliegt oder nicht, unmöglich. Ebensowenig konnten die vorliegenden Formen nach der Gestalt der Zellen voneinander unterschieden oder für eine derselben das regelmäßige Auftreten von bestimmten Zellformen

festgestellt werden. Nach kurzer Zeit (ca. 8 Tage) treten in den Decken- oder Hautbildungen Zellen auf, die außerordentlich langgestreckt sind. Sie erreichen die doppelte und dreifache Länge der Grundform; dabei werden sie zusehends dünner und zeigen große Neigung fester zusammenhängende Sproßverbände zu bilden. Andrerseits neigen die Zellen, die in Flüssigkeit untergetaucht leben, sehr zu rundlicher Form und verlieren die Fähigkeit, Sproßverbände zu bilden, fast völlig. Trotzdem besteht eine Regelmäßigkeit bezüglich der Zellen der Oberflächenvegetation und des Bodensatzes nicht. Hier wie dort finden sich alle möglichen Formen, höchstens herrscht eine von ihnen vor (Tafel I, Z. 1. 7).

Auch die Größe der einzelnen Zellen schwankt. Für die Grundform junger Kulturen wurden im allgemeinen jene Maße gefunden, wie sie Will bei seiner Mycodermaform fand. Die Zellen besitzen also eine Länge von 4—12 μ und eine Breite von 3—5 μ. Dagegen traten bei zusagenden Nährböden in älteren Kulturen Zellen mit einer Länge von 25 μ und einer Breite von 8 μ auf. Ebenso häufig sind ganz kleine Formen. Die Zellgröße schwankt also ebenso stark wie die Zellform und kann deshalb zur Unterscheidung von Arten und Varietäten nicht dienen (Tafel I, Z. 3).

Was den Bau der Mycodermazellen im allgemeinen betrifft, so seien hier jene Punkte hervorgehoben, die für die untersuchten Formen charakteristisch sind. Die vier Formen verhielten sich in dieser Hinsicht sehr gleichmäßig, so daß die Ausführungen für alle gelten können.

Die Mycodermazelle erscheint im jugendlichen Zustande sehr homogen aufgebaut; kaum daß die Zellhaut sich vom Inhalt abgrenzt. Am 2. Tage be-

reits finden sich jedoch, wenngleich noch schwer sichtbar, Vakuolen. Nach 4—5 Tagen treten außerhalb derselben im Cytoplasma scharf umgrenzte, stark lichtbrechende Körperchen auf, die in Rücksicht auf ihre Lagerung für die Mycodermaformen sehr charakteristisch sind und älteren Kulturen ein eigenartiges Aussehen verleihen. Diese auch bei Torulaceen gefundenen Gebilde hat Will[109]) „Oelkörperchen" genannt. Werden sie nämlich mit Osmiumsäure behandelt, dann färben sie sich schwarz oder schwarzbraun. Zugleich nehmen sie unregelmäßige Formen an. Durch Behandlung mit Alkohol verlieren die Oelkörperchen ihren starken Lichtglanz. Sie scheinen also Substanzen zu enthalten, die öliger oder fettiger Natur sind. Sie erinnern sehr an die Oelkörperchen der Dauerzellen (Will, XVIII, Z. f. d. ges. Brauwesen, 1895, 297). Die Oelkörperchen kommen sehr oft in der Zweizahl vor und lagern dann in der Regel an den beiden Enden der Zelle. Es kommen auch drei Oelkörperchen vor. Das dritte lagert dann zwischen den Vakuolen. Diese „Polpunkte" sind für alle Mycodermaformen charakteristisch. In ähnlicher Weise treten sie bei den Williaarten und manchen Arten der 2. Untergruppe der Torulaceen auf (Tafel I, Z. 1. 4.).

Eine zweite charakteristische Erscheinung an den Mycodermaformen, die diesen allerdings auch nicht wieder allein zukommt, sind die mit einer „Lufthülle" umgebenen Zellen. Neben den blassen, normalen Zellen finden sich häufig solche, die sich durch eine bläulich schimmernde Farbe und ein gleichmäßiges, starkes Lichtbrechungsvermögen auszeichnen (Taf. I, 5 e). Nach den Untersuchungen von Will und Lindner handelt es sich hier um Zellindividuen, die mit einer Lufthülle umgeben sind. Welcher Art diese Lufthülle ist, ob es ein Ausscheidungsprodukt der

Zelle oder atmosphärische Luft ist, konnte nicht festgestellt werden. Versuche, mit Barytwasser Kohlensäure nachzuweisen, ergaben negative Resultate. Diese mit einer Lufthülle umgebenen Zellen finden sich nicht nur in flüssigen, sondern auch auf festen Nährböden.

Auch in den Vakuolen kommen sehr kleine, stark lichtbrechende Körperchen vor. Sie befinden sich fast stets in wimmelnder Bewegung und werden deshalb auch als Tanzkörperchen bezeichnet.

Die Zellhaut hebt sich in den älteren Kulturen schärfer ab. Mit Osmiumsäure behandelt, nimmt sie eine schwach schwarzbraune Färbung an, enthält also ebenfalls ölige oder fettige Substanzen. Im Bodensatz finden sich Zellen mit einer derberen Membran, welche die Osmiumsäurereaktion bedeutend schwächer zeigt. Aus diesen Gegensätzen schließt Will, daß es Eigenschaften der Zellmembran sind, die die Oberflächenvegetation der Mycodermen ermöglichen.

Die untersuchten vier Mycodermaformen stimmen hinsichtlich ihrer allgemeinen Eigenschaften mit der von Will untersuchten überein. Spezifische morphologische Erscheinungen waren bei keiner der vier Formen festzustellen. Eine Unterscheidung nach dem mikroskopischen Bilde allein ist also selbst bei Reinkulturen ausgeschlossen.

Die Oberflächenvegetation der vier Mycodermaformen.

Das typische Wachstum der vorliegenden Sproßpilzformen ist die Oberflächenvegetation, die sogenannte Haut- oder Deckenbildung. Die Frage, aus welcher Ursache diese Organismen hauptsächlich an

der Oberfläche wachsen und wie die Hautbildung im einzelnen zustande kommt, liegt außerhalb des Zweckes der vorliegenden Untersuchungen. Pasteur[78]), Winogradsky[112]), Will[109]), Lindner[61]), Lüstner[68]) und Meissner[72]) haben dieses Phänomen aufs eingehendste behandelt. Obwohl nun diese Deckenbildung das auffälligste Kennzeichen für die Mycodermaformen darstellt, kann sie, objektiv betrachtet, nur wenige Anhaltspunkte zur Diagnostizierung einer Art abgeben. Denn das Wachstum von den kleinsten Hautinseln zu den kräftigsten Decken ist in der Hauptsache nur äußerlich zu verfolgen und außerdem von sehr vielen Zufälligkeiten abhängig.

Die Bildung der Oberflächenvegetation der Mycodermaformen hängt im wesentlichen von zwei Momenten ab: Von der Zusammensetzung des Nährbodens und von der Temperatur, welcher die Kultur ausgesetzt ist. Je näher diese beiden Faktoren dem betreffenden Optimum liegen, um so üppiger gedeiht der Pilz, je weiter sie sich davon entfernen, um so leichter geht er zugrunde. Um in diese Verhältnisse für die vier Formen Einsicht zu gewinnen, wurden Versuche mit den acht Nährböden, wie sie in der Versuchsanstellung angegeben wurden, durchgeführt. Die Flüssigkeiten befanden sich in Freudenreichkölbchen mit je 10 ccm Inhalt. Die Oberfläche war also relativ sehr klein (ca. 1,5—2 qcm). Kontrollversuche, bei denen größere Oberflächen zur Verfügung standen, ergaben jedoch keine wesentlichen Unterschiede, so daß die geringen Mengen beibehalten wurden. Die Nährlösungen wurden möglichst gleichmäßig mit jungen, kräftigen Zellen geimpft und 2 Monate lang folgenden konstanten Temperaturen ausgesetzt:

0—1° (Lagerkeller der Versuchsbrauerei)

7—8° (Reinzuchtsraum)
15—18° (Zimmertemperatur)
25°, 35°, 45° (Thermostaten).

Durch diese Versuchsanordnung sollte gleichzeitig der Einfluß sowohl verschiedener Nährböden als auch verschiedener Temperaturen festgelegt werden. In den folgenden Tabellen sind die Tage angegeben, nach denen in den einzelnen Kulturen ein Wachstum der Mycodermen zu bemerken war. Um eine annähernd gleichmäßige Beurteilung bezüglich der Wachstumsgeschwindigkeit zu ermöglichen, wurde wie von Will jener Moment gewählt, in welchem die Oberfläche zum ersten Male völlig von einer Haut bedeckt war. Für manche Kulturen ergibt sich allerdings ein schiefes Bild. Doch wurden Ungleichmäßigkeiten nach Möglichkeit ausgeschaltet.

Tabelle I. (Anhang).

Aus den Tabellen läßt sich Folgendes entnehmen:

Die Temperaturgrenzen für die vegetative Vermehrung liegen für die vier Formen ziemlich gleichmäßig. Bei den niederen Temperaturen war das Wachstum selbst bei den günstigsten Ernährungsverhältnissen ein sehr langsames oder unterblieb überhaupt. Die Mycodermaformen a, c und d verhielten sich wieder ganz gleich, b dagegen vermochte auch bei der niedersten Temperatur in fast allen Lösungen Decken zu bilden. Die Temperaturen von 7, 15 und 25° wirken in gleicher Weise auf sämtliche Formen. In allen Flüssigkeiten wachsen die Mycodermen rasch und üppig. Als Optimum erwies sich die Temperatur von 20—25° C. Bei 35° C. vermag Mycoderma d keine Decke zu bilden, die Formen a und c nur mehr in einer Nährlösung. Auch bei Mycoderma b geht die Ver-

mehrungsfähigkeit auf den nicht zusagenden Nährböden sehr stark zurück. 45° C. vermag nur mehr Mycoderma b in zwei Flüssigkeiten zu ertragen. Die Mycodermen a, c und d sind also für Temperaturen unter 7° und über 30° bereits empfindlich, für Mycoderma b liegen die Grenzwerte der Wachstumsfähigkeit von 1—45° C. Wie oben erwähnt, beziehen sich die angegebenen Werte auf den Moment, in dem zum ersten Male eine vollkommen geschlossene Decke auf den Flüssigkeiten auftrat. Die absoluten Zahlen für die Kälte- bezw. Wärmeempfindlichkeit sind also hiemit nicht gegeben. Bei den niederen Temperaturen findet auch bei günstigen Ernährungsverhältnissen eine sehr langsame Vermehrung statt und die geringsten äußeren Einflüsse, wie z. B. Erschütterungen, beeinträchtigen die Hautbildung außerordentlich. Gegenüber dem rapiden Wachstum der Mycodermen ist dies um so mehr auffällig.

Die Literatur bringt teilweise für die Widerstandsfähigkeit von Mycodermaformen gegen Wärme bedeutend höhere Resultate. So gedieh die Mycoderma Wills noch bei 48° C.; Freudenreich[29]) und Jensen fanden eine Form, die 55° C. ertrug und selbst 70° eine Viertelstunde lang zu ertragen imstande war.

Was die Morphologie der Decke betrifft, so ist dieselbe ebenfalls von kleinen Zufälligkeiten abhängig. In erster Linie muß hier das Alter der Kultur in Betracht gezogen werden. Im Laufe der Entwicklung treten nämlich ganz bedeutende Veränderungen ein, die sich sowohl auf die Farbe der Haut als auf die Gestaltung der Oberfläche und das Dickenwachstum der Decke erstrecken. Da Hunderte von Kulturen der verschiedensten Nährböden zur Verfügung standen, konnte naturgemäß eine Reihe von vergleichenden Studien gemacht werden. Diese ergaben, daß zwar

gewisse konstante Unterschiede im Wachstum zwischen schlechten und guten Nährböden bestehen, daß jedoch auf den einzelnen Böden selbst sehr große Unterschiede möglich sind.

Es seien daher einige typische Beispiele herausgegriffen: Bei Traubenzuckerlösungen z. B., einem vorzüglichen Nährboden für Mycoderma, verteilen sich die eingeimpften Zellen zunächst auf der Oberfläche und bilden jede für sich kleine, matte Hautinselchen. Diese vereinigen sich innerhalb eines halben Tages zu einer matten, farblosen, glatten Haut, die sehr elastisch ist und außerordentlich an die Essighaut erinnert. Das Wachstum geht also zunächst nur in die Fläche. Ist die Oberfläche bedeckt, so beginnt sofort eine starke Veränderung der Haut. Zunächst tritt eine schwache Faltung der bisher glatten Decke auf. Dieselbe entsteht durch Schiebungen, hervorgerufen durch den Widerstand der Gefäßwandung. Die Faltungen zeigen daher oft eine bestimmte, regelmäßige Anordnung, sei es, daß sie gleichmäßig die Oberfläche bedecken, oder daß sie radial verlaufen. Mit der weiteren Vermehrung gewinnt die Haut ein gekröseartiges Aussehen, welches je nach der Stärke der bildenden Falten und Adern ein sehr verschiedenes Aussehen gewinnt. Dabei wird die Haut immer dicker und erreicht eine Stärke von 2—3 mm. Nebenher geht oft ein besonders starkes Wachstum an der Wandung des Versuchsgefäßes (Ringbildung). Bisweilen zieht sich die Mycoderma sogar einige Centimeter hoch an der Gefäßwand empor (Randbildung). Im übrigen sei hier betreffs der Morphologie der Decken speziell auf die Tabellen des physiologischen Teiles verwiesen. Sie erscheinen dort im Zusammenhange mit dem analytischen Material wertvoller.

So verläuft die Entwicklung der normalen Ober-

flächenvegetation der Mycodermaarten.

In schlecht oder mäßig zusagenden Nährböden, wie z. B. Peptonlösung, verläuft das Wachstum wesentlich anders. Die eingeimpften Zellen vermehren sich nur ganz minimal. Es kommt nur zur Bildung kleiner, matter Hautinseln. Oftmals bleibt hiebei das Flächenwachstum stehen und es entwickeln sich auf den Hautpartikelchen nur noch einzelne körnige oder warzenartige Gebilde. Weiter schreitet die Hautbildung nicht fort. Dagegen beginnt die Bildung eines flockigen, leicht beweglichen Bodensatzes. Einzelne Zellgruppen der Hautvegetation fallen zu Boden und vegetieren hier weiter. Die Zellen dieser Bodensatzvegetation sind charakterisiert durch eine runde, hefenähnliche Zellform, eine derbe, deutlich erkennbare Zellhaut und den ausgesprochenen Mangel an Sproßverbänden. Dagegen zeigt der Zellinhalt die gleichen Eigentümlichkeiten wie bei normalen Zellen der Oberflächenvegetation. Auch die Lebenskraft der Zellen leidet in keiner Weise. Dieses „submerse Wachstum“ der Mycodermaarten tritt auch bei den vorzüglichsten Nährböden ein, wenn die assimilierbaren Stoffe derselben verbraucht sind. Die gebildeten Decken fallen dann zu Boden, die intensive Vermehrung hört auf. In einfacher Weise läßt sich dies dadurch beweisen, daß man einem schlechten Boden wie Hefewasser einen guten Nährstoff z. B. Alkohol zusetzt. Aus dem kümmerlichen Wachstum wird sofort ein außerordentlich üppiges. Ist aber der Alkohol verbraucht, dann sinkt die Decke zu Boden und die Kultur unterscheidet sich dann nur durch die Menge an Zelleibern von der in Hefewasser gewachsenen. Durch dieses Sinken der Decke wird naturgemäß das Aussehen älterer Kulturen sehr verändert. Die Decken werden sehr ungleich, indem

Teile der ursprünglichen starken Haut zurückbleiben und an den durchbrochenen Stellen der Nährboden zu Tage tritt. Oefters werden diese kahlen Stellen nachträglich wieder von den Mycodermen überwachsen, so daß die Haut ein ganz frisches Aussehen gewinnt. Meist fallen die die Flüssigkeitsoberfläche überragenden Adern und Falten in eine Ebene zurück, so daß die Decke ein „marmoriertes" Aussehen erhält.

Wenngleich also die Mycodermaarten ihre günstigsten Vegetationsbedingungen an der Flüssigkeitsoberfläche finden, so sind sie doch auch imstande, untergetaucht zu leben. Auf dieses submerse Wachstum hat insbesondere Wortmann[114]) hingewiesen. Besonders gefährlich wird dasselbe für die Gärungsgewerbe dadurch, daß manche Arten jahrelang im Bodensatz vegetieren können. Geschmackliche oder chemische Veränderungen von Genußmitteln können also sehr gut von Kahmpilzen stammen, ohne daß dieselben kahmig erscheinen.

Ein Vergleich der Decken mit den Hauttypen, wie sie Meissner[72]) geschaffen hat, läßt sich nicht ziehen. Vor allem aus dem Grunde, weil Meissner Arten verschiedener Gattungen vor sich gehabt hat, nicht nur Mycoderma.

Zugleich mit dem Dickenwachstum der Decke beginnt auch die Farbe derselben eine lebhaftere zu werden. Diese ist bedingt durch die Luftanhäufung in den verschiedenen Adern, Schlingen und Falten. Die Decken waren immer gelblich oder gelblichweiß gefärbt. Nur bei den Alkoholhaltigen Würzekulturen zeigten sie eine geringe Bräunung. Die Bildung aromatischer Stoffe konnte nicht wahrgenommen werden. Dagegen wurde bei älteren Kulturen vielfach eine sehr starke Entfärbung der Nährlösung bemerkt.

Dieselbe rührt, wie Will[108]) bereits angibt, von dem Auftreten organischer Säuren her.

Mit der Bodensatzbildung ist die Frage nach einer Trübung der Flüssigkeit verbunden. In vielen Fällen blieben die Nährböden, auch bei außerordentlich starker Entwicklung der Decken klar. Manchmal trat anfangs eine ziemliche Trübung ein, die nach einigen Tagen jedoch verschwand. Die untersuchten Formen rufen demnach keine andauernde Trübung hervor.

Wachstumserscheinungen in Einzelkulturen.

Die Arten und Varietäten der Gattung Mycoderma entbehren eines Mycels mit Querwänden. Sie vermehren sich nur durch Sprossung. Die einzelnen Sproßzellen, die morphologisch und physiologisch einander vollkommen gleichen, lösen sich meist sehr bald aus dem Sproßverbande. Die Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen wurden sowohl in der Böttcher'schen Kammer in der bekannten Weise als in Tröpfchenkulturen nach Lindner[61]) verfolgt. Zur Einsaat dienten junge, kräftige Zellen. Bei der Lindner'schen Tröpfchenkultur wurde nur gehopfte 10 prozentige Bierwürze, bei den Einzelkulturen auf festen Nährböden 10 prozentige Gelatine der angegebenen 8 Nährböden benützt.

Zunächst sei die Wachstumserscheinung in den Tröpfchenkulturen kurz besprochen. Das Wachstum war durchweg in den ersten Stunden ein sehr langsames. Nach 7—8 Stunden trat dagegen eine sehr starke Vermehrung ein. Besonders schön traten hier die mit einer „Lufthülle" umgebenen Zellen in die Erscheinung. Einzelne Zellgruppen, ja sogar Sproßverbände wachsen aus den Tropfen in den Luftraum

hinaus und erhalten dann jene bläuliche Färbung, jenes starke Lichtbrechungsvermögen, dessen bei der allgemeinen Morphologie gedacht wurde. Der beschränkte Raum und die gewölbte Oberfläche des Tropfens zwingen die Mycodermen, ihre Sproßverbände nebeneinander zu lagern und so das charakteristische Bild der Sproßfolge etwas zu stören.

Die Sproßfolge vollzieht sich in bestimmter Form (Tafel I, Z. 5 a—e). Die Mutterzelle sproßt wie eine Saccharomyceszelle an einem Ende. Die Tochterzelle vermehrt sich in der gleichen Weise. Gleichzeitig entsteht an der Mutterzelle seitlich von der ersten Tochterzelle eine zweite und häufig eine dritte (5 a—d). So entstehen jene Sproßsysteme von der „Bäumchenform", wie sie schon Reess abgebildet hat. Sie werden ziemlich ausgedehnt und zeigen einen relativ stärkeren Zusammenhang unter ihren einzelnen Gliedern als z. B. die meisten Hefen. Manchmal ist es ziemlich schwierig, aus diesen Sproßverbänden einzelne Zellen, z. B. zum Zwecke der Anfertigung von Einzellkulturen zu lösen. Möglicherweise steht der festere Zusammenhang der Sproßverbände neben dem Einschluß von Luft zu der Hautbildung in ursächlicher Beziehung.

Eine typische Mycelbildung wurde bei den vier Mycodermaformen weder in jungen noch in älteren Kulturen beobachtet. Will erwähnt in seiner Arbeit Sproßverbände, „die vermöge ihrer enorm gestreckten Zellen und ihrer nur geringen Einschnürung zwischen den einzelnen Zellen in hohem Grade an ein septiertes Mycel erinnerten". Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, daß mit derartigen Gebilden die früher beobachteten Mycelien von Mycodermaformen identisch sind (Tafel I, Z. 6, 8, 10, 11). In keinem Falle wurde in den Kulturen der vorliegenden Myco-

dermaformen, ebensowenig wie bei anderen sicher zur Gattung Mycoderma gehörigen Organismen ein Mycel gefunden. Daher ist es völlig gerechtfertigt, Mycelbildende, den Arten und Varietäten der Gattung Mycoderma im übrigen ähnliche Formen, wie sie Cienkowski[19]) beschrieben hat, aus dem Formenkreis der Mycoderma auszuschließen. Die Deutung der langgestreckten Stammglieder größerer Sproßverbände als Vegetationsorgane und der kürzeren Seitensprosse als Fortpflanzungsorgane erscheint gezwungen und den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechend.

Die in den Einzelkulturen auftretenden Zellformen entsprechen im allgemeinen dem früher entworfenen Bilde. Besonders langgestreckte Zellen waren jedoch nicht wahrnehmbar; diese entstehen vielmehr in den oberflächlich gelegenen Sproßverbänden der Haut unter dem Einflusse reichlichen Luftzutrittes. Diese langgestreckten Zellen sind es, welche in den Sproßverbänden vereinigt sind (Tafel I, Z. 7).

Die Einzelkulturen auf festen Nährböden wurden in der Böttcher'schen feuchten Kammer in der bekannten Weise angelegt. Sie standen bei einer Zimmertemperatur von 18° C. Nach Wills Verfahren wurden sie in kurzen Zeitintervallen gelüftet, indem das Deckglas sorgfältig aufgehoben wurde. Die Wachstumsform auf festen Nährböden ist eine wesentlich andere als in den Tröpfchenkulturen. Solange die Zellen verhindert sind, eine Oberflächenvegetation zu entwickeln, entstehen ähnlich wie bei den übrigen Sproßpilzen Kolonien, in welchen die Zellelemente dicht aneinander lagern. Die erste Entwicklung und die Sproßform ist die nämliche wie in flüssigen Nährböden. Wenngleich die Wachstums-

form der vorliegenden Formen auf allen Nährböden die nämliche war und bei ständiger Beobachtung nur ganz unwesentliche Veränderungen zeigte, so machte sich im Bau der Kolonien zwischen den in die Gelatine eingebetteten und den auf der Oberfläche befindlichen ein Unterschied geltend.

Ganz allgemein war zunächst die Ausbreitung der oberflächlich gelagerten Kolonien eine bedeutendere als der eingeschlossenen. Besonders trat dies bei Kraut-, Rüben- und Bouillon-Peptongelatinen auf. Die Form der freiliegenden Kolonien war eine zapfen-, halbkugel- oder kugelförmige, ohne einem bestimmten Gesetze zu folgen. Bei älteren Kolonien erfolgte hierbei öfters eine Differenzierung in Basis und Spitze, indem sich die untere Partie wesentlich verbreiterte und mehr oder weniger gegen die obere abgesetzt war. Typisch war auch die Ausbildung der zentralen Partie und der äußeren Schichten. Die zentrale Partie zeigte nämlich durchgehends einen dichten, kompakten Kern, während, ziemlich scharf abgesetzt, die äußeren Elemente der Kolonie eine Randzone bildeten, die aus lockeren, flach ausgebreiteten Zellgruppen und Sproßverbänden bestand. Diese Randzone war teils konzentrisch, teils unregelmäßig in breiten, ungleichen, blattartigen Auswüchsen um den Kern gelagert. Die Zellen der Randzone waren vielfach mit einer Lufthülle umgeben, die sie gegen den Kern der Kolonie noch mehr abhob.

Die in die Gelatine in verschiedener Tiefe eingebetteten Zellelemente dagegen bilden kompakte, kleine Kolonien, die nicht in Kern und Randzone geschieden erscheinen. Dagegen treten hier Verästelungen und Auswüchse in Form von Sproßverbänden auf, die in das umgebende Medium hineinwachsen.

Die Kolonien bekommen hiedurch ein eigenartiges, borstiges Aussehen.

Während die oberflächlich gelegenen Kolonien sich mit der Zeit abrunden und regelmäßige, runde Gebilde darstellen, waren die eingeschlossenen durch erhöhtes Wachstum der Randzonenelemente zu unregelmäßigen, abenteuerlichen Gebilden gediehen.

Die Zellformen der Kolonien waren keine ungewöhnlichen. Nur die Zellen der oberflächlichen Kolonien unterschieden sich je nach der Lage im Kern oder in der Randzone. Im Kern überwog meist die runde, hefenähnliche Form, während die Randzone langgestreckte, zu Sproßverbänden vereinigte Zellen aufwies. Ausgedehnte Sproßverbände wie in Flüssigkeiten fehlten.

Alle erwähnten Eigenschaften traten noch stärker bei Plattenkulturen hervor. Doch waren sie auch hier weder konstant noch typisch genug, um für die einzelne Form oder den betreffenden Nährboden charakteristisch zu sein. Diagnostisch verwertbare Merkmale ergaben sich dabei nicht.

Wachstumserscheinungen in Riesen-Kolonien.

Gegenüber den Wachstumserscheinungen in Einzelkulturen auf festen Nährböden gewinnen die „Riesenkolonien", wie sie P. Lindner bezeichnet, als diagnostisches Mittel eine erhöhte Bedeutung, wenngleich jene bei längerer Dauer der Beobachtung recht charakteristisch werden können. Die Wachstumserscheinungen in Riesenkolonien sind viel schärfer ausgeprägt und zeigen insbesondere im Gegensatz zu den Kulturen in Flüssigkeiten auch unter dem Einflusse verschiedener Faktoren eine gewisse Konstanz.

Wenn Verschiedenheiten in den Wachstumsformen auftreten, so sind diese nicht prinzipielle, sondern graduelle. Zur Diagnostizierung einer Art erscheinen mithin diese Riesenkolonien unentbehrlich. Hier hatten dieselben den Zweck festzustellen.

1. Ob auf Grund der Wachstumsform auf bestimmten Gelatinen eine Unterscheidung der vorliegenden vier Mycodermaformen möglich ist oder nicht.
2. Den Einfluß verschiedener Nährböden auf die einzelnen Formen festzustellen und zu konstatieren, ob ein bestimmter Typus der Wachstumsform erhalten bleibt oder nicht.

Die Kulturen sollten also hier rein diagnostischen Zwecken dienen. Infolgedessen wurden die Einflüsse der Temperatur, der Konzentration und des Alters des Nährbodens, der Dicke der Gelatineschicht und des Lichtes außer Acht gelassen und unter ganz bestimmten Verhältnissen gearbeitet. Die Bedingungen, unter denen die Riesenkolonien herangezüchtet wurden, sind nachstehend zusammengefaßt. Zur Kultur wurden vier Nährböden herangezogen, die in ihrer chemischen Zusammensetzung große Unterschiede aufwiesen. Es waren die Nährböden (1, 5, 6 und 7) wie sie in der Versuchsanstellung angegeben worden sind. Aus ihnen wurden 10 prozentige Gelatinen hergestellt. Die sterilisierten Gelatinen befanden sich in kleinen, 150 ccm fassenden Erlenmeyerkölbchen, die mit Watte verschlossen waren. Die Dicke der Gelatine betrug 2,5 cm. Zur Einsaat benützt wurden normale, kräftige Zellen einer 5 Tage alten Kultur aus gehopfter Bierwürze. Die Zellen wurden durch Schütteln in der Würze verteilt und hierauf auf die einzelnen erstarrten Gelatinen je ein

Tropfen gebracht. Die Aussaat dieser Tropfen verursacht von vornherein eine kleine Ungleichheit der Versuchsbedingungen, sei es nun, daß sich der Tropfen mehr oder weniger auf der Oberfläche ausbreitet, oder daß sein Kubikinhalt und damit die Zahl der Individuen eine ungleich große ist. In so dickbreiigem Zustande wie bei Hefe befindet sich eben das Aussaatmaterial nicht und selbst bei direkter Uebertragung von Hautstückchen auf die Gelatine ist die Wachstumsform anfangs eine ungleichmäßige. Von solchen geringfügigen Umständen hängt vielfach die Art und Weise der ersten Entwicklung der Riesenkolonie ab. Die Kulturen waren nur diffusem Licht bei einer ziemlich konstanten Temperatur von 18° C. ausgesetzt. Naturgemäß finden bei allmählicher Entwicklung der Riesenkolonie Veränderungen statt. Bei einer Reihe von Vorversuchen ergab sich aber, daß diese Aenderungen der Wachstumsform nicht so regelmäßig auftreten, um die Form zu charakterisieren. Es ist daher in der folgenden Beschreibung in erster Linie jener Zeitpunkt gewählt, in welchem die einzelne Kultur den Höhepunkt der Entwicklung erreicht hatte. Auch bei den Abbildungen (Tafel II) wurde darauf Bedacht genommen, die Formen in jenem Moment bildlich wiederzugeben, in dem ihre jeweilige Eigenart besonders hervortrat.

Die Kulturen der Mycodermaarten auf Würzegelatine sind anfangs außerordentlich gleichförmig. Sie stellen gelblichweiße, meist kreisrunde Kolonien mit glatter Oberfläche dar, die sehr flach gewachsen sind. Die charakteristischen Eigenheiten der außerordentlichen gleichmäßigen Kolonie treten nach ca. 3 Wochen auf. Es bilden sich nämlich auf der Oberfläche eigenartige warzenähnliche Erhebungen. Dieselben sind zentral stark im Wachstum zurückgeblie-

ben, so daß sie ein kraterähnliches Aussehen gewinnen. Mycoderma a, c und d zeigen diese Erscheinungen in ausgesprochener Weise. Bei Mycoderma b tritt die Erscheinung etwas in den Hintergrund. Die Kolonien sind sonst kompakt, ohne irgendwelche Auswüchse an der Basis. Zonenbildung tritt nur ganz schwach auf. Sie beschränkt sich bei Mycoderma a, c und d auf eine schmale, 1 mm breite Zone der Randpartie. Bei b ist eine solche überhaupt nicht kennbar. In dieser äußersten schmalen Zone treten am Rande schwach ausgeprägte Rillen und Riefen auf (bei a, c und d). Bei weiterem Wachstum verbreitert sich die Kolonie, ohne daß weitere Veränderungen der Oberfläche oder Zeichnungen des Randes bemerkbar werden. Die warzenartigen Erhebungen bleiben auf die zentrale Partie beschränkt. Verflüssigung der Gelatine war nach 3 Monaten noch nicht eingetreten. Die Zellformen entsprechen den früheren Angaben. Die Abbildungen zeigen die Kolonien im Alter von drei Wochen.

Das Wachstum der Mycodermaformen auf Krautgelatine unterscheidet sich von dem auf Würzegelatine wesentlich. Bereits am dritten Tage trat allgemein ein stärkeres Flächenwachstum ein. Die schönste und charakteristischste Ausbildung erreichten die Kolonien nach 14 Tagen, nach welchem Zeitraum sie auch abgebildet wurden. Die Kolonien der Formen a und c zeigen eine ganz auffallende Aehnlichkeit. Die zentrale, von einem stark ausgeprägten Ringwall umgebene Partie ist ziemlich tief eingesenkt. Ihre Oberfläche ist von ganz kleinen, schwach hervortretenden Erhöhungen bedeckt. Der Ringwall selbst fällt gegen die periphere Zone ziemlich steil ab. Die Oberfläche der abfallenden Partie ist glatt. Der Rand der peripheren Zone ist schwach

gelappt und ebenfalls mit schwachen Erhöhungen bedeckt. Die Kolonie von Mycoderma a zeigt am Rande eine 1 mm breite Zone. Werden die Kolonien älter, so tritt die Tendenz zur Flächenentwicklung ein. Der Ringwall tritt dann stark zurück und die Kolonie stellt eine flache, nur gering differenzierte Masse dar, die lediglich eine schwache Zonenbildung erkennen läßt. Bei Mycoderma a tritt hiebei ein ziemlich stark gelappter Rand auf. Die Riesenkolonien zeigten durchwegs eine gelblichweiße Farbe und hatten die Gelatine nach 3 Monaten noch nicht verflüssigt.

Die Riesenkolonie von Mycoderma b zeigt einen wesentlichen Unterschied gegen die übrigen Formen. Die zentrale Partie ist hier nur schwach eingesenkt und von einem weniger ausgebildeten Ringwall umgeben. Dagegen ist die Oberfläche bedeutend mehr differenziert. Sie ist besetzt von stark hervortretenden Erhöhungen. Der Ringwall selbst fällt gegen den Rand der Kolonie allmählich ab. Die Oberfläche ist hiebei von radial angeordneten, scharf ausgeprägten Rippen bedeckt. Der Rand selbst ist sehr regelmäßig und kräftig gerippt. An zwei Stellen tritt die Randpartie stärker hervor und zeigt Anklänge an die Auswüchse der in die Gelatine eingebetteten Kolonien in ihren ersten Stadien. Es sind lokale, stärkere Wucherungen. Die Kolonie zeigt eine sehr lebhafte kreideweiße Farbe. Die Gelatine war nach 3 Monaten noch nicht verflüssigt.

Bei Mycoderma d ist die bei den übrigen Formen auftretende stärkere Ungleichheit der Oberfläche und das bedeutendere Höhenwachstum weniger ausgeprägt. Die Kolonie stellt eine kompakte, fast strukturlose Masse dar, deren Oberfläche und Rand völlig glatt ist. Die zentrale Partie ist nur ganz minimal

eingesenkt. Das Aussehen der Kolonie erinnert an eine schwach gewölbte Kuppe, die allmählich zur Gelatine abfällt. Nach ca. 1 Monat stellt sich die Kolonie als flache, gleichmäßige Masse mit schwacher Zonenbildung dar. Nach 3 Monaten ist die Gelatine noch nicht verflüssigt.

Die Krautgelatine eignet sich für Mycodermakulturen ausgezeichnet. Die Eigenart des Wachstums der einzelnen Mycodermaformen tritt hier klar und rasch in die Erscheinung.

Die Riesenkolonien auf Rübengelatine trugen, abgesehen von Mycoderma b, weitaus den einfachsten Bau. Bei Mycoderma a und d stellen sie runde, völlig strukturlose Massen dar. Die zentralen Partien sind schwach eingesenkt, die Oberfläche mit ganz minimal ausgebildeten Erhöhungen bedeckt. Der Rand ist glatt, ohne die geringsten Ungleichheiten. Die Entwicklung ist im Vergleich zu den Kolonien anderer Formen zurückgeblieben. Mycoderma c ähnelt dieser Wachstumsform noch einigermaßen. Doch tritt bereits eine schwache Zonenbildung und Riefung des Randes auf. Mycoderma b ragt auch hier wieder durch die zierliche Gestaltung der Oberfläche seiner Riesenkolonie hervor, durch welche sie sich scharf von den übrigen unterscheidet. Zunächst ist die Ausbreitung in der Fläche eine ungleich mächtigere. Die zentrale Partie ist schwach eingesenkt, ihre Oberfläche ziemlich kräftig radial gerieft. Diese Riefungen verlaufen gegen die Peripherie bis auf eine ca. 2 mm breite Randzone, deren Oberfläche gleichmäßig aber etwas schwächer gekörnt erscheint. Die Randpartie selbst ist in ganz schwach ausgebildete, breite Lappen abgeteilt. Mycoderma a, c und d verflüssigen die Gelatine nach 3 bezw. 4 Wochen, Mycoderma b verflüssigt die Gelatine nicht. Die

Kolonien zeigten durchwegs eine matte, gelbliche Farbe. Die Abbildungen zeigen die Kulturen im Alter von 14 Tagen.

Die Kolonien auf Kartoffelwassergelatine zeigen gegenüber denjenigen auf den übrigen Nährböden ebenfalls Unterschiede. Bemerkenswert ist, daß bei Mycoderma a die Oberfläche wieder eine größere Differenzierung zeigt. Die zentrale Partie ist schwach eingesenkt, der Ringwall um dieselbe schwach gerippt. Er fällt ziemlich steil zur Gelatine ab. Ein ähnliches Bild zeigt Mycoderma c. Bloß ist hier die zentrale Partie fast glatt, der Ringwall entschiedener ausgeprägt und nicht so breit angelegt. Die Riesenkolonie von Mycoderma d stellt ein sehr gleichmäßiges, flach gewachsenes Gebilde mit vollkommen glatter Oberfläche dar. Die äußerste Randpartie ist etwas abgesetzt und kommt dadurch eine gewisse Zonenbildung zum Ausdruck. Der Rand ist glatt und ohne Riefen. Mycoderma b unterscheidet sich wieder ganz wesentlich von den anderen drei Formen. Die zentrale Partie ist stark eingesenkt, ihre Oberfläche stark gekörnt. Ein deutlich ausgeprägter, schmaler Ringwall umgibt diesen Kern. Er fällt allmählich bis fast zum Rande ab. Die Oberfläche ist auch hier wieder kräftig gekörnt. Die äußerste Zone wird von einem ausgebildeten zweiten Ringwall abgeschlossen. Von diesem fällt die Kolonie jäh zur Gelatine ab. Der Rand ist wie der Ringwall gerieft. Die Kolonien wurden nach 14 Tagen aufgenommen. Eine Verflüssigung trat bei den Formen innerhalb dreier Monate nicht ein.

Die Frage, ob auf Grund der Wachstumsform der Riesenkolonien die untersuchten Mycodermaformen unterschieden werden können, muß bei zwei Formen verneint werden. Die Mycodermen a und c stehen

einander sehr nahe. Ob sie identisch sind, kann erst auf Grund ihres chemisch-physiologischen Verhaltens entschieden werden. Von diesen beiden Formen ist d sicher verschieden. Wenn auch die Riesenkolonien auf Rübenwassergelatine einander sehr ähneln, ist doch das Wachstum auf den drei übrigen Nährböden ein sichtlich verschiedenes. Nach den Erfahrungen Wills erscheint in erster Linie die Verschiedenheit der Wachstumsform auf Kartoffelwassergelatine maßgebend. Dagegen kann Mycoderma b sehr wohl von den übrigen Formen unterschieden werden. Besonders treten bei Rüben- und Kartoffelgelatine Unterschiede auf, und auch bei den übrigen Böden zeigen sich viel ausgeprägtere Wachstumserscheinungen. Die Farben der Kolonien waren lebhaftere und die Zeichnung auf der Oberfläche durchwegs eine reichere.

Im übrigen berechtigt die Aehnlichkeit der Wachstumsform bei a und c noch keineswegs zu der Annahme, daß es sich hier um identische oder sehr nahe verwandte Formen handelt. Hiezu müssen sowohl andere morphologische wie physiologische Eigenschaften zum Vergleich herangezogen werden.

Der Einfluß des Nährbodens auf die Wachstumsform tritt überall scharf hervor, ebenso wie der Einfluß auf die Entwicklungsfähigkeit. In erster Linie läßt sich konstatieren, daß die Eigenart eines Nährbodens bei den vier Formen immer in ähnlicher Weise zum Ausdruck kommt.

Die Frage, ob ein bestimmter Typus der Wachstumsform bei starken Veränderungen der Ernährungsverhältnisse erhalten bleibt, scheint nach den vorliegenden, oft bestätigten Bildern etwas zweifelhaft. Wenn auch die allgemeinsten Grundzüge des Aufbaues beibehalten werden, so erscheint es bei der Tatsache, daß die verschiedenartigsten Organismen hier nur

minutiöse Unterschiede erkennen lassen, doch bedenklich, einzelnen Formen einen bestimmten Typus zuzuerkennen.

Im übrigen wird der diagnostische Wert der Riesenkolonie dadurch nicht geschmälert. Die Leichtigkeit, sie bildlich festzuhalten, die relative Konstanz der Wachstumsform sind wertvolle und zuverlässige Mittel, einen Organismus zu bestimmen, wenn sie naturgemäß auch nicht allein entscheidend sein können.

Untersuchung über die Sporenbildung der vier Mycodermaformen.

Den Mycodermaformen ist die Fähigkeit der Sporenbildung abgesprochen worden. Jene mycodermaähnlichen Organismen, die nach den Beobachtungen von Engel, Cienkowski u. a. Sporen bilden, müßten definitiv von der Gattung Mycoderma getrennt werden. Für die vorliegenden Mycodermaformen wurden sehr zahlreiche Untersuchungen auf Sporenbildung durchgeführt. Hauptsächlich wurden die bewährten Gipsblockkulturen wie für Saccharomyceten angewandt, doch kamen auch andere Böden, z. B. Kartoffel- und Möhrenscheiben, wie sie Cienkowski[19]) gebrauchte, in Anwendung. Der sonst so gleichmäßige, wasserhelle Inhalt ballt sich öfters zu klumpenartigen Gebilden zusammen. Viele dieser Zellen sind tot. Eine Entwicklung von Sporen resp. eine Keimung sporenähnlicher Gebilde im Innern der Mycodermazelle konnte nie herbeigeführt werden. Die Bedingungen, unter welchen der Versuch gemacht wurde, die Kulturen zur Sporenbildung zu bringen, waren die nämlichen wie für Saccharomyceten. Sehr kräftige Zellen, momentaner Entzug günstiger Er-

nährungsverhältnisse, großer Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und reichlicher Luftzutritt.

Die „endogene Zellbildung“ der Mycodermaarten, wie sie Fischer und Brebeck[26]) beobachtet haben, ist durch Wills[109]) Kritik erledigt. Als beachtenswerter Umstand sei erwähnt, daß sich in vielen Kulturen Zellen fanden, die von einer Unmasse von kleinen, runden Körperchen umgeben waren, welche an die „verlausten Hefezellen“ (mit Sarcina bedeckten) erinnerten. Diese Körperchen enthielten ihren Reaktionen nach ölige oder fettige Substanzen. Mit Sporen konnten sie nie identifiziert bezw. zur Keimung gebracht werden. Ihrem Auftreten nach scheinen es ausgetretene Oelkörperchen zu sein. Doch konnte ein solches Austreten selbst nie beobachtet werden. Bei der Erwähnung der endogenen Zellbildung scheinen diese Gebilde bemerkenswert.

B. Physiologie der vier Mycodermaformen.

I. Verhalten der vier Mycodermaformen gegen verschiedene Zucker.

Bei Sproßpilzen, die in ihren Vegetationsorganen den Saccharomyceten morphologisch so nahe stehen, erschien ihr Verhalten gegen die Zuckerarten in erster Linie wichtig. Ist doch auch die Gärfähigkeit der Mycodermen ebenso hartnäckig behauptet wie bestritten worden.

Es sollte daher festgestellt werden:

1. Ob Zucker angegriffen werden.
2. In welcher Weise die Zerlegung vor sich geht, ob eine typische Gärung unter Bildung von Alkohol und Kohlensäure eintritt, oder ob der

Zucker in anderer Weise abgebaut oder verändert wird.

Zu diesem Zwecke wurden umfangreiche Gärversuche angestellt. Sie wurden sowohl nach der sog. Kleingärmethode von Lindner[61]) als auch in größerem Maßstabe bei längerer Zeitdauer ausgeführt. Als Nährboden diente eine 10prozentige Hefeabkochung, die nach der üblichen Methode hergestellt war. Vor dem Versuche wurde festgestellt, daß die Hefeabkochung weder für sich noch nach dem Invertieren mit Salzsäure Fehlingsche Lösung reduzierte. In diesem Hefenwasser wurden die Zucker in der Menge von 5% gelöst. Ihre Reinheit war durch die Kontrolle der physikalischen Konstanten ermittelt worden.

Geprüft wurden: Traubenzucker, Laevulose, Milchzucker, Galaktose, Saccharose, Maltose; außerdem wurde auch das Verhalten von gehopfter Bierwürze untersucht. Die Bestimmung des Zuckers wurde nach den Tabellen von Wein ausgeführt und berechnet; die Saccharose durch Polarisation, die Galaktose nach Steiger (Tollens, Handbuch der Kohlehydrate, Bd. II, 1895, S. 275) bestimmt. Die Analyse der Zuckerlösungen erfolgte vor dem Versuche sowie nach vierzehntägiger, ein-, zwei- und dreimonatiger Versuchsdauer. Die Restzucker wurden hiebei jedesmal bestimmt, da die spezifischen Gewichte allein keinen Aufschluß geben. Die Ermittlung des Alkoholgehaltes geschah quantitativ mittels der Destillationsmethode, nachdem die Kulturen immer neutralisiert waren. In den Destillaten wurde auch jedesmal die Jodoformreaktion ausgeführt. Die Säurezahlen beziehen sich auf je 10 ccm der betreffenden Zuckerlösung, welche mit $^{n}/_{10}$ Natronlauge unter Anwendung von Phenolphtaleïn als Indikator titriert wurden.

Die Versuchsergebnisse sind in den nachfolgenden

Kurven graphisch dargestellt. Die Beobachtungen über die Wachstumserscheinungen der einzelnen Formen sind ebenfalls an den Tagen der Untersuchung niedergelegt. Dadurch ist ein Vergleich zwischen den Wachstumserscheinungen und den chemischen Veränderungen der Nährlösung ermöglicht. In vielen Fällen ergeben sich hieraus innerhalb gewisser Grenzen sichere Schlüsse.

Die Zuckerlösungen waren in Mengen von je 200 ccm auf Erlenmeyerkölbchen verteilt, sterilisiert und nach einigen Tagen mit den betreffenden Mycodermakulturen geimpft worden. Die geimpften Kulturen standen im Thermostaten bei 25° C. Sie wurden möglichst vor Erschütterungen bewahrt, da diese auf die Deckenbildung überhaupt und insbesondere in der ersten Zeit der Entwicklung einen ungünstigen Einfluß ausüben.

Auf den sieben Tafeln (Tabelle II [Anhang]) ist das Verhalten der vier Mycodermaformen gegen die sieben Zuckerlösungen dargestellt. Aus dem Verlaufe der zusammengehörigen Linien läßt sich die Wirkung der Mycodermen ersehen. Alkohol trat bei der Umsetzung des Zuckers nicht auf bezw. in so minimalen Spuren, daß er nicht zur Darstellung gebracht werden konnte. Es ist bei dem betreffenden Zucker kurz darauf hingewiesen worden.

Die graphischen Darstellungen des Verhaltens der vier Mycodermaformen gegen die geprüften Zucker führen zu folgenden Schlüssen:

Keine der vier Mycodermakulturen erwies sich als gärfähig; keine vermochte Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten, also alkoholische Gärung hervorzurufen. Dagegen bauten sie verschiedene Zucker ab. Alkohol bildete sich bei dieser Umsetzung nur spurenweise. Mit der Assimilation der verschiedenen

Zucker geht regelmäßig eine geringe Aenderung des Säuregehaltes parallel. Dieser steigt hierbei im allgemeinen mit der Abnahme des Zuckers. Ist derselbe völlig verbraucht, dann tritt die gebildete Säure wieder als Nährstoff auf und wird weiter oxydiert. Bei den nicht assimilierbaren Zuckern treten nur minimale Schwankungen im Säuregehalte auf. In dem Verhalten der vier Mycodermaformen gegen die Zucker tritt eine gewisse Uebereinstimmung hervor. Sie verhielten sich gegenüber Galaktose, Saccharose, Maltose und Milchzucker völlig indifferent; sie kamen zwar noch zu einem schwachen Wachstum, griffen aber die Zucker nicht oder nicht wesentlich an. Ihr Wachstum ist das gleiche wie auf Hefewasser ohne Zusatz von Zucker. Bezüglich der assimilierbaren Zuckerarten machen sich jedoch einige bemerkenswerte Unterschiede geltend, wenngleich auch hier in gewisser Richtung eine Uebereinstimmung besteht.

Traubenzucker wird von Mycoderma a nicht assimiliert, während ihn die übrigen Formen energisch angreifen. Am kräftigsten vermag ihn b zu assimilieren (nach 1 Monat), nicht viel schwächer wirkt d, während c erst im Verlaufe zweier Monate die gesamte Zuckermenge verbraucht hatte. Die Säurezahlen schwanken am stärksten bei Mycoderma d, während sei bei den übrigen Mycodermen einen ziemlich gleichmäßigen Verlauf aufweisen.

Laevulose wird von allen vier Formen vollkommen assimiliert, stellt sich also von den geprüften Zuckern als der beste Nährboden dar. Mycoderma b wirkt ebenfalls wieder am energischsten, Mycoderma c und d verhalten sich gleich, Mycoderma a besitzt wieder die geringste Assimilationsfähigkeit. Die Säurezahlen steigen der starken Assimilation entsprechend stärker, am meisten bei Mycoderma d, während die

übrigen Formen fast zusammenfallende Kurven ergeben. Bei Laevulose allein fanden sich Spuren von Alkohol (Maximum 0,22% bei Mycoderma b). Aus diesem spurenweisen Vorkommen von Alkohol darf im Verein mit den aus Versuchsreihe II hervorgehenden Tatsachen geschlossen werden, daß, falls Spuren von Alkohol auftreten, sie nur als Zwischenprodukte des normalen Stoffwechsels aufzufassen sind, die fast momentan der weiteren Oxydation verfallen.

In gehopfter Bierwürze wird nur ein geringer Teil der darin enthaltenen Zucker verbraucht. Am kräftigsten assimiliert hier Mycoderma c, während Mycoderma b und d sich gleich verhalten. Mycoderma a verhält sich indifferent. Die Wachstumsfähigkeit der Mycoderma auf Bierwürze beruht also auf dem Gehalt an Dextrose und Laevulose. Denn reine Maltose wird nicht einmal in Spuren von den Mycodermen assimiliert. Der Säuregehalt schwankt nur innerhalb enger Grenzen.

Die nach der Kleingärmethode durchgeführten Versuche ließen bei keinem der Zucker eine Vergärung erkennen. Wie Dachs[20]) gezeigt hat, würde dies jedoch noch kein Beweis sein, daß tatsächlich keine Gärung möglich ist. Die Methode würde sich auch aus dem Grunde für die Mycoderma nicht eignen, weil auftretende Kohlensäurebläschen auch durch direkte Oxydation des Zuckers oder der Säure erfolgt sein könnte.

Aus Tabelle III, in welcher die Wachstumserscheinungen der Kulturen verzeichnet sind, ergibt sich Folgendes: Auf den assimilierten Zuckern bilden sich rasch Decken, die zusehends an Stärke zunehmen. Sie fallen, nachdem der Zucker verbraucht ist, zu Boden und die Mycodermen führen ein schwaches Wachs-

tum innerhalb der Nährflüssigkeit. Auffallend ist die enorme Vermehrung der Zellen.

Auf den nicht assimilierbaren Zuckern dagegen bilden sich zwar ebenfalls feine, matte Decken. Sie nehmen jedoch nicht an Stärke zu und fallen nach kurzer Zeit zu Boden. Im übrigen verhalten sich die Mycodermen wie auf den günstigen Nährböden.

Farbstoffbildung wurde nirgends beobachtet. Entfärbungen der Nährlösungen treten bei Assimilierung der Zucker ein, insbesondere bei stärkerer Zunahme der Säure. Aromatische Körper treten nicht auf.

Da bei dem Abbau der Zucker kein Alkohol gefunden werden konnte, erschien die Annahme naheliegend, daß entweder der entstandene Alkohol sofort zu Säure oxydiert wurde oder daß der Zucker direkt zu Kohlensäure verbrannt wurde. Es wurde deshalb eine Versuchsreihe eingeschaltet, um die Säurebildung aus Zucker zu verfolgen. Die vier Mycodermaformen wurden in eine 5 prozentige Traubenzuckerlösung eingeimpft und nach achttägiger Versuchsdauer die Kulturen täglich auf Säure und Zucker untersucht. Während nun der Zuckergehalt bei b, c und d rapid sank, schwankte der Säuregehalt nur innerhalb geringer Grenzen. Es fand also keine intermediäre Bildung von Säure statt, sondern der Zucker wurde direkt zur Kohlensäure oxydiert. Bei Mycoderma a fand keine Assimilation des Zuckers statt.

In der Literatur finden sich über die Gärfähigkeit von Mycoderma zahlreiche und außerordentlich widersprechende Angaben. Während Reess[85]) es als „Verwesungspilz“ bezeichnet, ihm also eine starke Oxydationsfähigkeit zuschreibt und es dadurch in

Gegensatz zu den Saccharomyceten stellt, war Pasteur[78]) wie schon erwähnt, der Ansicht, daß Mycoderma untergetaucht Alkohol erzeuge. Diese widersprechenden Angaben ziehen sich von hier durch die ganze Literatur. Bemerkenswert ist jedoch, daß in vielen einschlägigen Mitteilungen die leichte Assimilierbarkeit der Dextrose und Laevulose festgestellt wird. Beijerinck[6]), der noch von Saccharomyces mycoderma wie Reess spricht, will die Assimilation von Kohlehydraten als Einteilungsprinzip für die Gattung Saccharomyces benützen und spricht von einem Glukose vergärenden Pilz, Glucomyces, als dessen typischen Vertreter er Saccharomyces mycoderma anführt. In der gleichen Abhandlung erwähnt er noch, daß seine Mycoderma infolge einer besonderen Versuchsanstellung Glukose vergoren habe. Glukose, Laevulose und Invertzucker wurden unter normalen Umständen von den Mycodermen assimiliert, die übrigen Zucker dagegen nicht. Auch Lindner[63]) und Heinze[34]) erwähnen Dextrose vergärende Kahmpilze. Beijerincks[6]) Gedanke, eine neue Art Glucomyces aufzustellen, wurde dann von Fischer[26]) und Brebeck weiter verwertet, indem sie ihre Kahmhefen in solche einteilen, die Dextrose und Laevulose und in solche, die außerdem noch Maltose und Saccharose vergären (Endoblastoderma pulverulentum). Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß es sich bei dem letzteren Pilze um eine Williaart handelt. Hennebergs[35]) Kahmhefen vergoren Glukose und Fruktose. Von Laschés[57]) Arten entwickelten drei geringe Mengen Alkohol aus Bierwürze, die vierte jedoch 2,51 Vol.-Proz. Auch Laschés Arten gehören der Gattung Mycoderma offenbar nicht an. Die Mycodermen von Raymann[88]) und Kruis erzielten aus Bierwürze 0,93 und 1,57% Alkohol. Nach Mat-

rot[70]) war eine Kahmhefe imstande, aus Sorbit Sorbose zu bilden, eine Behauptung, welche G. Bertrand[15]) bestreitet. Takahashis[102]) Mycoderma saprogenes vergärt Dextrose und Galaktose. Fresenius[28]) erwähnt die Fähigkeit des Kahmpilzes, die durch Bierhefe nicht völlig vergärbaren Bestandteile des Kartoffelzuckers zu zersetzen. In einer umfangreichen Untersuchung über die Vergärung einer großen Reihe von Zuckern durch verschiedene Hefearten erwähnt P. Lindner[63]) auch verschiedene Kahmhefen, welche einige der geprüften Zucker vergoren. Angewandt wurde hiebei die sog. Kleingärmethode. Zur Prüfung der Gärfähigkeit von Mycoderma kann sie als nicht geeignet betrachtet werden.

Diesen Angaben über Gärfähigkeit stehen wieder jene gegenüber, die bei untersuchten Mycodermaarten keine Gärfähigkeit nachweisen konnten. So fand Hansen[33]) keine Einwirkung. Meissner[72]) gesteht seinen Kahmhefen nur eine ganz minimale Alkoholbildung zu; Blastoderma salmonicolor Fischers[26]), Lasches[58]) Mycoderma humuli und rubrum, die Mycodermaform von Will[108]) und Saito[90]) bilden keinen oder nur Spuren von Alkohol.

Auf Grund der Untersuchungen an den vier typischen Mycodermaformen kann folgende Behauptung aufgestellt werden: Die Arten der Gattung Mycoderma, in dem Umfange, wie sie hier aufgefaßt sein soll, sind nicht imstande, einen der geprüften Zucker zu vergären. Treten Spuren von Alkohol auf, so sind sie nur als Zwischenprodukte im Stoffwechsel der Mycoderma zu betrachten. Mycodermaformen können je nach Art gewisse Zucker assimilieren, wobei meist geringe Erhöhungen des Säuregehaltes eintreten.

Die oben erwähnten vergärungsfähigen Mycodermaähnlichen Formen müßten, vorausgesetzt, daß

es sich wirklich um Mycoderma handelt, daher getrennt und in einer eigenen Gruppe zusammengefaßt werden.

II. Verhalten der vier Mycodermaformen gegen Aethylalkohol.

Das Verhalten der Mycoderma gegen Aethylalkohol ist aus vielen Gründen sehr wichtig. Abgesehen davon, daß hiedurch das Vorkommen der Mycoderma auf den verschiedenen Alkoholhaltigen Produkten der Gärungsgewerbe seine Erklärung findet, tritt hier auch eine immerhin bemerkenswerte physiologische Verschiedenheit gegen die Saccharomyceten und, soweit bis jetzt bekannt, auch gegen die Torulaceen zutage. Die Versuchsreihe sollte also feststellen, wie sich Alkohol als Nährboden für Mycoderma bewährt bezw. welche Veränderungen der Kahmpilz im Alkohol hervorbringt und welche Alkoholmengen das Wachstum der Mycodermen hemmen.

Es wurden zwei Nährböden angewandt, und zwar:

1. Gehopfte, 10 prozentige Bierwürze.
2. Hefewasser nach der üblichen Herstellungsweise.

Hefewasser wurde gewählt, weil es sich als schlechter Nährboden für Mycoderma erwiesen hatte, während Würze infolge geringen Gehalts an Dextrose und Laevulose immerhin noch einen Nährboden von mittlerer Güte darstellt. Bei sehr günstigen Nährböden würde der Einfluß des Alkohols auf die Mycodermaarten nicht so klar zum Ausdruck gekommen sein.

Die sorgfältig sterilisierten Nährflüssigkeiten

wurden mit den entsprechenden Alkoholmengen versetzt und hierauf mit jungen Zellen geimpft. Die geimpften Kolben standen bei einer Zimmertemperatur von durchschnittlich 18° C. an einem vor Erschütterungen möglichst geschützten Platze. Diese Kulturen wurden 6 Wochen lang ständig auf ihr Wachstum beobachtet. Die äußeren Erscheinungen der Art und Weise der Haut- oder Decken-, bezw. Bodensatzbildung sind in den folgenden Tabellen verzeichnet.

Tabelle IV.

A. Wachstumserscheinungen der Mycodermaformen auf Alkoholhaltigen Würzekulturen.
B. Wachstumserscheinungen der Mycodermaformen auf Alkoholhaltigen Hefewasserkulturen.

Die Wachstumserscheinungen auf gehopfter Bierwürze führen zu folgenden Schlußfolgerungen:

In sämtlichen mit Alkohol versetzten Kulturen gediehen die vier Mycodermaarten bedeutend besser als in der Kontrollprobe ohne Zusatz. Die Ueppigkeit der Oberflächenvegetation auf Alkoholhaltigen Nährböden ist eine erstaunliche. Oft erreicht sie eine Dicke von 2—3 mm und hängt dann in großen Flocken in die Flüssigkeit hinein. Je nach dem Alkoholzusatze entwickelten sich die Kahmhäute in kürzerer oder längerer Zeit und folgten dann im allgemeinen dem bei der Hautbildung angegebenen Entwicklungsgang. Sobald die Mycodermen den Alkohol verzehrt haben, fällt die Decke zu Boden und das Wachstum sowohl auf der Oberfläche wie im Bodensatze ist ein ganz geringes. Damit steht die starke Bodensatzbildung in älteren Kulturen im Zusammenhang. Ringbildung ist ziemlich allgemein. Aeltere Kahmhäute, bei denen die Flüssigkeit schon stellenweise durchscheint, nehmen

oft ein schleimiges Aussehen an und erinnern nicht mehr an die in der Regel trockenen Mycodermahäute. Im allgemeinen verhielten sich die vier Mycodermaformen ziemlich gleich. Nur Mycoderma b tritt wieder durch die Intensität des Wachstums hervor.

Auch in Alkoholhaltigem Hefewasser waren analoge Erscheinungen zu beobachten. Insbesondere die Bildung und das Durchfallen der Decken boten das gleiche Bild. Hervorzuheben ist hier noch die starke Entfärbung der Nährflüssigkeiten, die mit steigendem Alkoholgehalt zunahm. Besonders interessant erschien hier der Gegensatz zwischen den Kulturen mit Alkoholzusätzen und den Kontrollkolben ohne Alkohol. Die matten, kleinen Hautinseln der letzteren schienen einem ganz anderen Organismus anzugehören als die üppigen, in zierliche Falten gelegten Häute der Alkoholhaltigen Kulturen.

Die Grenzwerte für die Entwicklungsfähigkeit waren folgende:

	Mycoderma a.	Mycoderma b.	Mycoderma c.	Mycoderma d.
Gehopfte Bierwürze	9%	10%	9%	10%
Hefewasser	9%	11%	8%	6%

Die Grenzwerte lagen also für die Mycodermaformen im allgemeinen ziemlich hoch, und auch der Nährboden spielte keine wesentliche Rolle. Nur Mycoderma d gedieh in Hefewasser bedeutend schlechter. Die Grenzwerte fallen bei dieser Art mit denjenigen für die Hautbildung ziemlich zusammen. Im allgemeinen ist dies jedoch nicht der Fall. Bei einem ge-

wissen Alkoholgehalt hört eine kräftige Hautbildung auf und der Kahmpilz vegetiert nur noch in winzig kleinen Hautinseln oder im Bodensatz weiter. Um ihn vollständig in der Entwicklung zu hemmen, bedarf es oft eines bedeutend höheren Prozentgehaltes an Alkohol als für die Hemmung der Hautbildung.

Nach sechswöchentlicher Beobachtung, nachdem die Decken größtenteils durchgefallen waren, wurde die Kulturflüssigkeit sämtlicher Kolben nach ihrer Neutralisation abdestilliert und auf Alkohol geprüft. In einer zweiten Probe wurde der Säuregehalt ermittelt. Auf den Zuckergehalt der Würze wurde keine Rücksicht genommen. Die Analysenresultate finden sich in folgender Zusammenstellung (Tabelle V).

Tabelle V A und B.

Aus den Zahlenangaben der Tabelle geht hervor, daß der Alkohol für die vier Mycodermaformen äußerst leicht assimilierbar und daher ein vorzüglicher Nährboden ist. In sämtlichen Kulturen war der Alkohol nach Ablauf des Versuches entweder völlig verschwunden oder hatte wesentlich abgenommen. Allerdings ist hier auch der Alkohol in Abzug zu bringen, der durch Verdunsten der Einwirkung der Mycoderma entgeht und der bei der ziemlich langen Dauer des Versuches ziemlich groß sein könnte. Blinde Versuche, die sowohl mit Würze als mit Hefewasser angestellt wurden, ergaben für die verschiedenen Prozentgehalte an Alkohol folgende Werte für die Verdunstung:

Ursprünglicher Alkoholgehalt	0.85	1.66	2.47	3.27	4.08	4.88	5.69	6.50	7.31	8.12	8.94	9 75
Alkoholgehalt nach 6 Wochen	0 80	1.40	1.88	2.37	2.95	3.42	4.10	5.89	5.74	6.09	6.20	6 42

Aber die durch Verdunstung des Alkohols geschaffene Fehlerquelle ist eine bedeutend geringere, als sie nach diesen Zahlen erscheint. Wie aus einem späteren Versuche hervorgeht, ist die Einwirkung des Kahmpilzes auf Alkohol eine außerordentlich rasche und intensive, so daß obige Zahlen, die sich auf eine sechswöchige Dauer beziehen, zu groß erscheinen. Auch der Gesamtsäuregehalt verändert sich während der Versuchsdauer ganz wesentlich. Wenn nun mit steigendem Alkoholgehalte im allgemeinen auch die Säurezahl etwas zunahm, so ergaben sich hier teilweise Zahlenverhältnisse zwischen gebildeter Säure und verschwundenem Alkohol, daß ein sekundärer Säureverlust angenommen werden mußte. Augenscheinlich war nur mehr ein Teil der ursprünglich aus Alkohol gebildeten Säure vorhanden. So entsprach z. B. bei Mycoderma b (Hefewasserkultur) einem Alkoholverlust von 4,88% ein Säuregehalt von 0,8 ccm, einem solchen von 5,69% dagegen ein Säuregehalt von 1,85 ccm. Aus diesen Tatsachen war zu folgern, daß in dem ersten Falle offenbar die intermediär gebildete Säure von dem Kahmpilz weiter oxydiert worden war. Um den Verlauf der Säurebildung genau zu verfolgen, wurde noch ein besonderer Versuch mit den vier Mycodermaformen auf Hefewasser, welches einen Zusatz von 5% Vol. Alkohol erhalten hatte, angestellt und vom Beginn der Deckenbildung ab täglich für jede Form Alkohol und Säure bestimmt. Diese Versuche wurden nicht bloß bis zum Verschwinden des ursprünglichen Alkohols, sondern solange ausgedehnt, bis auch die aus Alkohol gebildeten Produkte wieder assimiliert waren und der ursprüngliche Nährboden völlig erschöpft war. Die Analysenresultate sind für sämtliche vier Mycodermaformen in der nachfolgenden Kurve graphisch dargestellt. Beide

Kurven sind für dieselbe Mycodermaform auch in der gleichen Weise dargestellt. Aus dem Verlaufe der zusammengehörigen Linien ist die Wirkung der Mycoderma leicht ersichtlich. Die Angaben stellen die Mittel aus einigen Parallelversuchen dar, weil nicht alle Kulturen der gleichen Versuchsreihe genau in der gleichen Weise wuchsen, sondern das Wachstum und damit der chemische Umsatz oft ziemliche Unterschiede aufweisen. Ein Alkoholgehalt von 5% Vol. wurde deswegen gewählt, weil er sich im allgemeinen als Optimum für die einzelnen Formen erwiesen hatte.

Curve (Tabelle VI).

Die Einwirkung der 4 Mycodermaformen auf Aetylalkahol.

Der Verlauf der Kurven zeiigt Folgendes:

Der gesamte Alkohol wird unter außerordentlich üppigem Wachstum der Mycodermaformen zu Säure oxydiert. Die Säurebildung findet proportional dem Alkoholverlust statt. Ist der Alkohol völlig verbraucht, dann greift Mycoderma die gebildete Säure an und verzehrt sie bis auf Spuren. Aeußerlich kennzeichnet sich dieser Moment durch das Durchfallen der Decken. Der ganze Prozeß der Säurebildung geht ziemlich rasch und energisch vor sich. Auffallend ist, daß Mycoderma b zuerst vollkommen den Alkohol zu Säure oxydiert, obwohl diese doch auch einen guten Nährstoff abgibt. Die Mycodermen a, c und d verhielten sich insofern etwas anders, als das Maximum der Säure nicht genau mit dem Verschwinden des Alkohols übereinstimmte, die gebildete Säure also ebenfalls rasch weiter oxydiert wurde. Was die Oxydationsfähigkeit der verschiedenen Mycodermaformen anbetrifft, so machen sich hier ziemlich merkbare

Verschiedenheiten sowohl bei Alkohol- wie bei Säureoxydation geltend. Die Assimilation des Alkohols durch Mycodermaformen ist somit untrennbar verbunden mit einer Säurebildung bezw. -zerstörung. Hiebei ist zu beachten, daß ein hoher Alkoholgehalt anfänglich das Wachstum der Mycoderma hemmt. Hat sich aber der Alkoholgehalt teils durch Verdunsten, teils durch Assimilation dem Optimum mehr genähert, dann setzt eine rapide Oxydation ein. Es erklärt sich hieraus auch das momentane Wachstum bei den Kulturen mit höherem Alkoholgehalt.

Aus den Ergebnissen der Kurve lassen sich auch die Zahlenverhältnisse zwischen Alkohol und Säure der Tabelle V A und B verstehen. Bei den Kulturen mit niederem Alkoholgehalt findet die Oxydation nach der oben dargelegten Gesetzmäßigkeit statt. Bei höherem Alkoholgehalt geht neben der Oxydation des Alkohols auch eine solche der gebildeten Säure vor sich. Je ungünstiger für den Kahmpilz der Nährboden an und für sich ist, um so rascher assimiliert er den Alkohol.

Die Wirkung des Kahmpilzes auf Alkohol erklärt zunächst sein Vorkommen auf Wein und Bier. Außerdem aber ist hieraus ersichtlich, daß Alkohol im Stoffwechselprozeß der Mycodermen immer nur in Spuren gefunden werden kann. Er ist eben hier lediglich Zwischenprodukt des normalen Stoffwechsels und wird nicht aufgehäuft. In dieser Hinsicht steht also Mycoderma im scharfen Gegensatz zu den Saccharomyceten.

Die Zerstörung des Alkohols durch Mycoderma wird bereits in vielen älteren Arbeiten, so von Reess[85]), Engel[25]) erwähnt. Sie heben jedoch lediglich die oxydierende Wirkung des Pilzes hervor und sprechen nur vom Endprodukte, der Kohlen-

säure, ohne die intermediäre Bildung der Säuren zu erwähnen. Diese Alkoholzerstörende Wirkung war natürlich für die Weinindustrie wichtig, und so verdanken wir die meisten neueren Arbeiten den Oenologen. Speziell J. Wortmann hat sich mit dieser Frage beschäftigt. Außerdem haben auch E. Kramer[47]), Beijerinck[6]), Schultz[94]), Schaffer[91]), Raymann und Kruis[88]) sich eingehender mit dieser Frage beschäftigt. Großenteils betreffen diese Arbeiten allerdings nur rein praktische Fragen.

Daß Mycoderma eine saure Reaktion verursacht, erwähnt schon Pasteur[78]), ohne die Art der Säure näher zu charakterisieren. Auch die übrigen Autoren gehen kurz auf die Säurebildung ein. In erster Linie hat hier die Essigsäurebildung durch Mycoderma hereingespielt, da Turpin[56]) einem Sproßpilz die Essigsäurebildung zugeschrieben hat. Lemaire[60]) stützt diese Ansicht, Pasteur[78]) bestreitet sie, A. Mayer[69]) ließ hierüber im Zweifel. Nach Naegeli[77]) bereitet der Sproßpilz dem eigentlichen Essigpilz den Boden vor. Erst Lafar[56]) brachte in diese Frage völlige Klarheit.

III. Verhalten der vier Mycodermaformen gegen organische Säuren.

Physiologisch von Bedeutung ist das Verhalten der vier Mycodermaformen gegen organische Säuren, da diese in einer Reihe von natürlichen Nährböden vorkommen und gewisse Säuren als Stoffwechselprodukte bei den Mycodermen auftreten.

Ueber die Bildung von Säuren durch die untersuchten Mycodermaformen ist in den vorhergehenden

Kapiteln bereits vielfach gesprochen worden. So wurde bewiesen, daß die Zucker im allgemeinen ein ungeeignetes, Alkohol dagegen ein vorzügliches Material für die Säurebildung darstellt. Auch bezüglich des Abbaues der gebildeten Säuren finden sich dort Angaben.

Die Versuchsreihe hatte den Zweck, zu ermitteln, welche Säuren die Mycodermaformen abzubauen vermögen und welche Konzentrationen dieser Säuren sie ertragen können.

Geprüft wurden: Weinsäure, Zitronensäure, Apfelsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure und Essigsäure.

Als Nährboden wurde eine Peptonlösung (Nährboden 8) angewandt. Sie war deswegen gewählt worden, weil sie sich als sehr schlechter Nährboden erwiesen hatte und infolgedessen die Einwirkung der Mycodermen auf die Säuren schärfer zum Ausdruck kam. Diese Lösung wurde in Erlenmeyerkolben in Mengen von je 300 ccm abgefüllt, mit 0,5% der betreffenden Säure versetzt, sorgfältig sterilisiert und nach einigen Tagen mit den einzelnen Mycodermaformen geimpft. Die Kulturen standen bei einer Zimmertemperatur von 18° C. Der Versuch dauerte 8 Wochen. Während dieser Zeit wurden die Kulturen ständig beobachtet. Die Wachstumserscheinungen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle VII.

Aus den Tabellen geht Folgendes hervor:

In allen mit den Säuren versetzten Kulturen fand eine Vermehrung der Kahmpilze statt. Mycoderma ist also imstande, sämtliche geprüfte Säuren abzubauen. Der Grad der Assimilation ist jedoch sowohl für die verschiedenen Säuren wie für die verschiedenen

Mycodermaformen ein verschiedener. So war in Weinsäure das Wachstum der sämtlichen Mycodermaformen ganz minimal. Nicht viel besser war es in Zitronensäure. Im übrigen vermochten die Mycodermen die gebotenen Säuren in ziemlich hohem Grade zu assimilieren. Für Mycoderma a und c erwiesen sich in absteigender Linie günstig: Bernsteinsäure, Essigsäure, Apfelsäure und Milchsäure, für Mycoderma b Milchsäure, Essigsäure, Apfelsäure sowie Bernsteinsäure und für Mycoderma d Bernsteinsäure, Apfelsäure, Milchsäure und Essigsäure. Die unter den gegebenen Verhältnissen vorteilhaftesten Bedingungen boten also Bernsteinsäure, Essigsäure und Apfelsäure. Veränderungen bezüglich der Farbe der Nährlösungen während der Entwicklung der Mycodermen konnten nicht festgestellt werden, ebensowenig war das Auftreten aromatischer Körper wahrnehmbar.

Bei Würdigung der Ergebnisse der vorliegenden Versuchsreihe ist die Höhe des Säurezusatzes und die Zusammensetzung des Nährbodens zur berücksichtigen, welche wohl die nötigen Nährstoffe enthält, aber ohne den Säurezusatz die Entwicklung der Mycodermen nicht begünstigt. Die Form der Zellen war in den zusagenden Böden eine normale, bei den übrigen schien sie teilweise sehr verzerrt zu sein. Hinsichtlich des Aussehens und der Geschwindigkeit der Deckenbildung geben die Tabellen Aufschluß. Nach Ablauf des Versuches wurden die Kulturen auf ihren Säuregehalt untersucht. Der Grad der durch die Assimilation der Säuren hervorgerufenen chemischen Veränderungen fällt wieder im allgemeinen mit den beobachteten Wachstumserscheinungen zusammen. In der nachfolgenden Tabelle findet sich hiefür der zahlenmäßige Ausdruck. Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf je 10 ccm der betreffenden Nährlösung. Titriert

wurde mit $^{n}/_{10}$ NaOH, als Indikator diente Phenolphtaleïn.

Tabelle VIII.

Einwirkung der vier Mycodermaformen auf organische Säuren.

Aus den Tabellen geht hervor:

Zitronen- und Weinsäure werden unter den gegebenen Bedingungen fast nicht assimiliert. Die Säurezahlen sind vor und nach dem Versuche gleich und die Wachstumserscheinungen bezeugen die außerordentlich geringe Assimilationsfähigkeit. Am stärksten wird Essigsäure assimiliert, dann folgt Bernsteinsäure, Apfelsäure und Milchsäure. Ein Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution der Säure und ihrem Abbau durch Mycoderma ist nicht zu erkennen. Für die einzelnen Formen sind hiebei die Zellen ziemlich gleich. Auffallend ist die geringe Assimilationsfähigkeit der Mycoderma b für Bernsteinsäure, da sie doch sonst am energischsten wirkt.

In nachstehender Tabelle sind die Säuremengen angegeben, bei welchen die einzelnen Mycodermaformen noch zu vegetieren vermögen. Als Nährboden diente gehopfte 10prozentige Bierwürze. Zu bemerken wäre, daß bei diesen Grenzwerten keine Oberflächenvegetation mehr stattfindet. Die normale Deckenbildung nimmt vom Optimumgehalt an Säure ab. Bei höherem Säuregehalt erhält man nur noch ganz matte, dünne Hautinseln, die meist nach kurzer Zeit zu Boden sinken, dort noch einige Zeit vegetieren und dann absterben. Eine direkt tödliche Wirkung hat wie beim Alkoholzusatz oft erst ein erheblich größerer Säuregehalt.

Säuremengen, bei denen die vier Mycodermaformen noch zu vegetieren vermögen:

Säure	Mycodermaformen			
	a	b	c	d
Weinsäure	3.0	3.0	2.0	3.5
Citronensäure	7.0	8.0	7.0	8.5
Apfelsäure	12.0	18.0	15.0	17.0
Milchsäure	3.5	2.5	2.5	4.0
Bernsteinsäure	3.0	2.5	3.0	2.5
Essigsäure	1.0	1.0	1.0	1.0

Für diese Resultate ist außer der Zusammensetzung des Nährbodens die Zeit der mikroskopischen Untersuchung maßgebend, weil durch diese allein festgestellt wird, ob die vorhandenen Mycodermazellen noch lebendig sind. Die oben angegebenen Werte sind durchschnittlich nach 3—4 wöchiger Versuchsdauer ermittelt. Am niedrigsten liegen die Werte für Essigsäure. Weinsäure, Milchsäure und Bernsteinsäure sind in ihrer hemmenden Wirkung auf die Mycodermaformen fast gleich, während Zitronensäure und speziell Apfelsäure bis zu 18% ertragen werden kann. Die Wirkung äußerer Einflüsse wurde bei diesen Versuchen außer Acht gelassen.

Zum Schlusse sei auch wieder kurz auf die Literatur hingewiesen, welche die Säureverzehrung durch Kahmpilze berührt. Nach Wehmer[104]) und Meissner[75]) verzehrt Kahm die Milchsäure. Heinze[34]) gelangte bei den Untersuchungen an seiner Mycoderma cucumerina zu ganz ähnlichen Ergebnissen wie in der oben mitgeteilten Versuchsreihe. Auch er fand

eine ganz auffallende Assimilation der Bernstein-, Apfel-, Zitronen- und Milchsäure. Der Abbau der Apfelsäure wird auch von Koch[42]) besonders hervorgehoben. C. Bergsten[13]) hat für eine Mycoderma folgende Grenzwerte angegeben:

Temperatur	40°	35°	30°	25°	20°	15°
N.-Essigsäure	9	5	10	15	20	25
Auf % umgerechnet	0%	0.3%	0.6%	0.9%	1.2%	1.5%

Auch v. Laer[53]) fand ähnliche Werte. Die Zahlen stimmen mit den oben mitgeteilten ziemlich überein. Nach Seifert[96]) und Henneberg[37]) scheint Mycoderma gegen Ameisensäure sehr empfindlich zu sein. Henneberg gibt als Grenzwert 0,04% an. Durch die Fähigkeit, sowohl Traubenzucker als organische Säuren, insbesondere Apfelsäure zu assimilieren, wird der Kahm wieder besonders für den Wein gefährlich. Infolgedessen finden wir auch hier wieder die hauptsächlichste Literatur auf oenologischem Gebiete. So haben sich besonders E. Kramer[47]), Koch[43]), Meissner[75]), Schaffer[91]), Schultz[95]), Winogradsky[112]) und Wortmann[114]) mit dem Studium dieser Verhältnisse abgegeben. Meissner[75]) spricht auch noch über die Bildung von Milchsäure aus einzelnen organischen Säuren. In einer Reihe von Arbeiten wird, wie hier nebenbei bemerkt sein mag, auch die Wirkung antiseptischer Mittel auf Mycodermaarten studiert. So stellt Moritz[76]) die Wirkung der schwefligen Säure fest, während Fleck[27]) Benzoesäure und Salicylsäure prüfte.

Das Verhalten der vier Mycodermaformen gegen organische Säuren läßt sich folgendermaßen charakterisieren:

Die untersuchten Mycodermaformen zeigen eine

ausgesprochene Fähigkeit organische Säuren zu bilden und zu verzehren; sie sind gleich gute Säurebildner und Säureverzehrer. Die Säure entsteht in erster Linie aus dem Alkohol, während der Zucker hiezu weniger geeignet erscheint. Sämtliche geprüfte Säuren wurden assimiliert. Die Schnelligkeit und der Grad des Abbaues hängt von der Zusammensetzung der Nährböden, dem Gehalt an Säure und äußeren Einflüssen ab. Säurebildung und -verzehrung können nebeneinander vor sich gehen.

Eine allgemeingültige Charakterisierung der vier Mycodermen bezüglich Säurebildung und -zerstörung läßt sich nicht geben. Je nach Art bevorzugen sie bald diese bald jene Säure. Nur das eine ist charakteristisch für sie, daß sie im allgemeinen organische Säuren energisch angreifen.

Auf Grund der morphologischen und physiologischen, durch Versuche festgestellten Eigenschaften möge hier die Frage erörtert werden, ob die vier untersuchten Mycodermaformen identisch sind, oder ob sie als Arten oder Varietäten angesprochen werden sollen.

Die morphologischen Eigenschaften geben relativ nur sehr wenig Anhaltspunkte. In Bezug auf Form, Größe und Inhalt der Zellen besitzen die vier Formen allgemeine Eigenschaften, die sie wohl gegen andere Sproßpilze, nicht aber unter sich unterscheiden. Nur bezüglich der Wachstumsgeschwindigkeit und Empfindlichkeit gegen Temperaturen unterscheidet sich die Form b wesentlich von den drei übrigen. Die Wachstumsform auf festen Nährböden in Einzelkulturen bringt keine entscheidenden Merkmale, ebensowenig zeichnet sich eine der Formen durch spezielle

Eigenheiten, wie z. B. Farbstoffbildung aus. Auf Grund der Wachstumsform der Riesenkolonien können, wie an der betreffenden Stelle bereits kurz erwähnt wurde, die Formen b und d von den Formen a und c getrennt werden. Letztere scheinen einander sehr nahe zu stehen.

Die Morphologie setzt uns also nur in den Stand, die Form b als eigene Art anzusprechen. Die Formen a und c sind einander sehr ähnlich, d von denselben nur durch geringe Eigenschaften getrennt.

Von den physiologischen Eigenschaften gibt uns in erster Linie das Verhalten gegen die Zuckerarten Unterscheidungsmerkmale. Galaktose, Saccharose, Maltose und Milchzucker gegenüber verhalten sich sämtliche Mycodermaformen völlig indifferent. Dagegen ergaben sich im Verhalten gegen Traubenzucker Differenzen. Die Form a assimilierte ihn überhaupt nicht, die Formen b, c und d vollkommen, aber verschieden rasch. Weitaus am energischsten zeigte sich wieder Mycoderma b, während c und d sich gleichmäßig verhielten.

Laevulose wurde von allen Formen assimiliert. Jedoch erfolgte dies durch Mycoderma a viel langsamer als durch die drei übrigen Formen. In gehopfter Bierwürze traten infolge des Gehaltes der Rohmaltose an Traubenzucker und Laevulose analoge Verhältnisse zutage. Alkohol- und Säurebildung beim Abbau der Zucker können zu einer Unterscheidung nicht herbeigezogen werden. Alkohol wurde von keiner Form gebildet, und auch die Säurezahlen schwanken ganz minimal. Auf Grund des Verhaltens gegen die Zuckerarten muß Mycoderma a in Hinsicht auf seine geringe Assimilationsfähigkeit von den drei übrigen Formen getrennt werden.

Aethylalkohol erwies sich für alle Formen als aus-

gezeichneter Nährboden. Auch die Grenzwerte lagen für die vier Kulturen in gehopfter Bierwürze fast gleich, nur in Hefewasser zeigte Mycoderma d eine geringe Verschiedenheit. Am wichtigsten erscheint hier die Oxydationsfähigkeit der Mycodermen gegenüber Alkohol. Die Form b tritt sowohl durch die Intensität der Säurebildung als durch deren Verbrauch hervor. Die übrigen Formen waren einander ziemlich ähnlich. Sie oxydieren nur langsamer, das Maximum der Säurebildung fällt nicht mit dem Minimum an Alkohol zusammen. Es wird zugleich Alkohol und gebildete Säure assimiliert.

Im Verhalten gegen organische Säuren findet man wieder weniger bemerkenswerte Unterschiede. Gegen Wein- und Zitronensäure verhielten sich alle Formen indifferent. Die übrigen Säuren assimilierten Mycoderma a und c gleichmäßig, Mycoderma d zeigte Essigsäure gegenüber eine geringere Assimilationsfähigkeit. Mycoderma b zeigte auch hier eine ausgesprochene Verschiedenheit, indem sie Milchsäure besonders bevorzugte und Bernsteinsäure nur wenig assimilierte. Bezüglich der Empfindlichkeit gegen saure Nährböden verhielten sich die Formen ziemlich gleich. Auf Grund dieser Ergebnisse kann Mycoderma b als eigene Art betrachtet werden. Für sie sei die Bezeichnung Mycoderma valida gewählt. Die Mycodermaformen a, c und d stehen einander in ihren allgemeinen Eigenschaften etwas näher. Mycoderma d kann auf Grund der Wachstumsform auf Riesenkolonien von den Formen a und c abgeschieden und ebenfalls als eigene Art betrachtet werden. Sie soll nach ihrer Abstammung Mycoderma gallica benannt werden. Die Formen a und c sind einander sehr verwandt. Nur in der Assimilationsfähigkeit des Traubenzuckers sind sie verschieden; da die Assimilations-

fähigkeit für die verschiedenen Zucker bei den Mycodermaformen in allen Abstufungen ausgeprägt erscheint, ist diese Tatsache allein kaum genügend, um die Form a als besondere Art gegenüber der Form c aufzufassen. Beide Formen seien daher vorläufig nur als Varietäten angesprochen.

Außer den allgemeinen Charakteren der Gattung ergeben sich also für die untersuchten Formen noch folgende für die Unterscheidung brauchbaren Merkmale.

I. Mycoderma cerevisiae Hansen Varietas a.

Sproßzellen zylindrisch, 2—3 μ breit, 7—10 μ lang, im allgemeinen eine besonders in gestreckten Formen vegetierende Form. Riesenzellen selten. Abnorme Zellformen häufig. Vermehrt sich ziemlich langsam. Auf festen Nährböden sehr hefeähnliche Formen. Sproßform: die Bäumchenform. Riesenkolonien sehr gleichmäßig. Verflüssigt Rüben- und Kartoffelwassergelatine. Grenztemperatur 7—30°. Optimum 20—25°. Assimiliert nur Laevulose. Oxydationsvermögen gegen Aethylalkohol ziemlich kräftig. Assimiliert organische Säuren leicht.

II. Mycoderma valida.

Sproßzellen zylindrisch-oval, infolge kräftiger Abrundung der Ecken. Jüngere Zellen erinnern manchmal an Hefen. Grundform: Breite 2—4 μ, Länge 6—8 μ. Außerordentlich variable Form. Vermehrt sich sehr energisch in allen Kulturen. Sproßform wie bei I. Wachstumsform der Riesenkolonien sehr ausgeprägt. Verflüssigt keine Gelatine. Grenztemperatur 1—45° C.

Optimum 20—25° C. Assimiliert Traubenzucker und Laevulose vollkommen und sehr energisch, gehopfte Bierwürze teilweise. Besonders ausgeprägt ist das Oxydationsvermögen gegen Alkohol, den es außerordentlich rasch verbrennt. Organische Säuren werden leicht assimiliert. Die Widerstandsfähigkeit gegen Säuren ist sehr groß.

III. Mycoderma cerevisiae Hansen, Varietas c.

Sproßzellen oval bis zylindrisch. Grundform: Breite 2—4 μ, Länge 6—10 μ. Vermehrt sich ziemlich rasch. Sproßform wie bei I, dem es morphologisch durchweg sehr gleicht. Verflüssigt Rüben- und Kartoffelgelatine. Grenztemperatur 7—30°. Optimum 20—25°. Assimiliert Traubenzucker und Laevulose vollkommen, gehopfte Bierwürze teilweise. Verhalten gegen Aethylalkohol und organische Säuren wie I.

IV. Mycoderma gallica.

Sproßzellen wie bei III, oval bis zylindrisch. Grundform: Breite 2—3 μ, Länge 7—10 μ. Vermehrung sehr kräftig. Sproßform wie bei I. Riesenkolonien von I, II, und III verschieden. Verflüssigt Rüben- und Kartoffelwassergelatine. Grenztemperatur: 7—30°. Optimum 20—25° C. Assimiliert wie Form III. Auch im Verhalten gegen Aethylalkohol und organische Säuren wie III.

Die Frage, in welcher Weise die Gattung Mycoderma für sich und insbesondere gegen nahestehende Gruppen von Sproßpilzformen abzugrenzen ist, möge

im Folgenden erörtert werden. Man hat alle Sproßpilze ohne Sporenbildung, soweit sie nicht besondere Wuchsformen von bekannten wohl charakterisierten Fadenpilzen sind, in der Hauptsache entweder zu den Torulaceen oder zu Mycoderma gestellt. Es kann wohl schon jetzt die Behauptung aufgestellt werden, daß diese beiden Gattungen nicht hinreichen, um alle in den Gärungsbetrieben vorkommenden Sproßpilze in sich zu vereinigen. Schon jetzt sind einzelne Formen bekannt, welche sich keiner der bisher aufgestellten Gruppe von Sproßpilzen einreihen lassen. Viele dieser Formen stellte man einfach zu den Torulaceen oder man half sich in der Weise, daß man sagte, sie gehörten einer den Torulaceen nahestehenden Gruppe von Sproßpilzen an. Mit fortschreitender Entwicklung und Vertiefung des Studiums der Sproßpilze ohne Sporenbildung wird die Notwendigkeit herantreten, neue Gruppen von diesen aufzustellen.

Will hat sich mit der Morphologie und Physiologie der Torulaceen aufs eingehendste beschäftigt und auf Grund seiner Forschungen deren Formenkreis abgegrenzt. Hansen rechnet zu den Torulaceen nur solche Arten von Sproßpilzen, welche mehr oder weniger kugelförmige Zellen besitzen, und trennt somit alle mycodermaähnlichen Sproßpilze ohne Sporenbildung ebenso wie Mycoderma selbst von den Torulaceen. Will zieht jedoch den Formenkreis der Torulaceen weiter und faßt unter Torulaceen „außer jenen Sproßpilzen ohne nachweisbare Sporenbildung, welche ausschließlich mehr oder weniger rundliche oder ovale Zellen mit oder ohne Gärvermögen (erste Untergruppe) erzeugen, auch solche, welche gemischte, auseinander hervorgehende Zellformen bilden, von den Mycodermaarten sich jedoch durch das Gärvermögen unterscheiden (zweite Untergruppe), zusammen.

Will greift also bis zu einer gewissen Grenze auf die Auffassung Pasteurs zurück. Zu der zweiten Untergruppe der Torulaceen werden solche Formen gezählt, welche den Mycodermaarten morphologisch sehr nahe stehen. Es handelt sich also bei der Abgrenzung der Mycodermaformen im wesentlichen um Unterscheidungsmerkmale gegen diese zweite Untergruppe. Morphologisch bestehen nur geringfügige Unterschiede. Nach Zellform, Zellgröße und Zellinhalt bestehen keine durchgreifenden Verschiedenheiten. Bei den Torulaceen fehlen nur die rechteckigen, jugendlichen Zellen. Die Zellhaut besitzt in beiden Gruppen von Organismen die Eigenschaft, Luft anzusammeln. Auch die Beschaffenheit und das schwache Lichtbrechungsvermögen des Zellinhaltes stimmen bei beiden Gruppen von Organismen überein. Ebenso sind die charakteristischen „Oelkörperchen" beiden Arten gemeinsam. Hinsichtlich der Sprossung ist den Torulaceen jedoch jene Form der vegetativen Vermehrung eigentümlich, bei welcher an irgend einer engumgrenzten Stelle der Oberfläche der Zelle gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig Tochterzellen in größerer Zahl hervorsprossen (Kronenbildung). Im übrigen findet sich aber die gleiche Sproßform wie bei den Saccharomyceten und wie bei Mycoderma. Ebenso finden sich bei den Torulaceen und bei den Mycodermen auch die gleichen Grundformen des Wachstums in Riesenkolonien. Hautbildung findet bei beiden Formen in ähnlicher Weise statt, und eine Unterscheidung ist nur in ganz besonderen Fällen möglich. Sporenbildung konnte bei beiden Gattungen bis jetzt nicht nachgewiesen werden.

Dagegen gibt uns das chemisch-physiologische Verhalten einige wertvolle Unterscheidungsmerkmale. Fast sämtlichen bis jetzt untersuchten Formen

der Torulaceen ist Gärvermögen eigen. Nur Maltose wird schwierig oder gar nicht vergoren. Die untersuchten Mycodermaformen dagegen waren wohl imstande Zucker zu assimilieren, aber nicht zu vergären. Bezüglich der Säurebildung bestehen zwischen den beiden Gattungen ebenfalls tiefgreifende Unterschiede. Nach den Untersuchungen von Dachs waren die Torulaceen der ersten Untergruppe nicht imstande aus Alkohol Säure zu bilden. Für die zweite Untergruppe stehen Untersuchungen nach dieser Richtung zur Zeit noch aus. Bei den untersuchten Mycodermaformen war die Oxydationsfähigkeit eine äußerst energische. Im Verhalten gegen organische Säuren erwiesen sich die Torulaceen ebenfalls bedeutend weniger widerstandsfähig als die Mycodermen. In diesen drei Punkten unterscheiden sich also die Torulaceen, welche mycodermaähnliche Formen besitzen, wesentlich von den untersuchten Mycodermaformen, die als typische anzusprechen sind.

Auf Grund der bis jetzt gewonnenen Tatsachen soll für Mycoderma folgende Gattungsdiagnose aufgestellt werden:

Typische Zellen jüngerer Kulturen im optischen Querschnitt von ungefähr rechteckiger Form, Ecken abgerundet, beide Enden also mehr oder weniger plattgedrückt und nicht abgerundet oder zugespitzt. Zellen sitzen im Sproßverband einander mit breiter Basis auf, häufig leicht gekrümmt. Zellform sehr variabel. In älteren Kulturen langgestreckte Zellen, kugelförmige, ovale, derbe Zellen häufig in Nestern vereinigt. Riesenzellen. Sparrige Sproßbäumchen, keine Kronenbildung bei der Sprossung kugelförmiger Zellen. Zellinhalt blaß, schwach lichtbrechend, ältere Zellen mit 1—3 Vakuolen, 1—3 Oelkörperchen. Zellhaut fettig, sammelt Luft an. Vermehrt sich bei gün-

stigen Bedingungen sehr rasch. Ueberzieht die Flüssigkeitsoberfläche in sehr kurzer Zeit mit einer anfangs matten, farblosen, später kreide- bis gelblichweißen, meist gekröseartig gefalteten Haut (Kahmhaut). Keine Sporenbildung. Riesenkolonien meist wenig charakteristisch, doch sind die Arten deutlich voneinander unterscheidbar. Sehr luftliebend, vermag jedoch auch untergetaucht bei sehr geringem Luftzutritt zu leben. Keine alkoholische Vergärung der Zucker. Galaktose, Maltose, Milchzucker und Saccharose werden nicht assimiliert. Traubenzucker wird nicht oder in verschiedenem Grade, Laevulose in verschiedenem Grade assimiliert. Alkoholverzehrer. Alkohol wird energisch zu Säure oxydiert. Säurebildner und -verzehrer. Greifen im allgemeinen organische Säuren energisch an.

Literatur.

1. Auerbach S., W. f. Brauerei 1895. Nr. 49. S. 1177.
2. Barth M., Die Obstweinbereitung m. bes. Berücksichtigung der Beerenobstweine. Stuttgart 1894. S. 67.
3. De Bary A., Ueber Schimmel und Hefe 1869.
4. „ Vergl. Morphologie u. Physiologie der Pilze.
5. Behrens S., Centralbl. f. Bakt. 1896. II. Abt. S. 214.
6. Beiyerinck M. W., Centralbl. f. Bakt. 1892. S. 68.
7. „ Ebenda 1895. II. Abt. S. 226.
8. „ „ 1898.
9. „ „ 1899. S. 429.
10. „ „ 1900. S. 72.
11. Bêlohoubek A., Studien über Presshefe, Prag 1876.
12. Beneke W., Ber. d. deutschen bot. Ges., 1894. Gen.-Vers. 105—117.
13. Bergsten C., W. f. Brauerei 1906. S. 596.
14. Berlese A., Centralbl. f. Bakt. 1897. II. Abt. Bd. III. S. 592.
15. Bertrand G., Comp. rend. 1898. S. 653.
16. Bonorden, Handbuch d. allg. Mykologie. 33. Taf. I. 1. 2.
17. Brandes, W. f. Brauerei 1904. S. 96.
18. Brefeld, Landw. Jahrbücher 1876. S. 317.
19. Cienkowski, Bull. de l'Acad. imp. d. Sciences d. St. Petersbourg 1873.
20. Dachs J., Dissertation, München 1908.
21. Desmazières, Ann. sc. nat. 1. scr. tom. X. bs. (1827.) 59, 65.
22. Duclaux E., Chimie biologique, Paris 1883.
23. Dünnenberger, Botan. Centralbl. 1888. S. 276.
24. Eitner, W., Der Gerber 1898. Bd. 24. S. 4.
25. Engel, Les ferments alcooliques, Paris 1872.
26. Fischer B. u. Brebeck C., Z. Morph., Biologie u. Systematik der Monilia candida Hansen u. des Soorpilzes, Jena 1894.
27. Fleck, Ueber d. gärungshemmende Wirkung d. Salicylsäure etc. München 1875.
28. Fresenius, Z. f. analyt. Chemie 30. S. 669—672.
29. Freudenreich E. v. u. Jensen C., Centralbl. f. Bakt. 1897 II. Abt. S. 545.
30. Graf W., Ueber d. Einfluss v. Schimmelkulturen a. d. Säuregehalt einer Würze. Jahresber. d. Lehr- u. Versuchsanstalt München 1899/00.
31. Grawitz, Virchows Archiv 1877. Bd. 70. S. 546.
32. „ Ebenda 1878. Bd. 73. S. 147.
33. Hansen E. Chr., Z. f. d. ges. Brauwesen 1886. S. 270.

34. Heinze B., Landw. Jahrbücher 1900. S. 427.
35. Henneberg W., W. f. Brauerei 1903. S. 137.
36. „ Ebenda 1904. S. 625.
37. „ Z. f. Spiritus.Industrie 29. S. 34.
38. Hieronymus G., Z. f. d. ges. Brauwesen 1893. S. 345.
39. Hoffmann, Bot. Ztg., 1869. S. 309.
40. Hutchinson H. B., Centralbl. f. Bakt. 1907. S. 398.
41. Klöcker A., Compt. rend. d. trav. d. laborat. d. Carlsberg 1895. T. IV. Livre 1.
42. Koch A., Spiritus-Ztg. 1898. S. 274.
43. „ Weinbau und Weinhandel 1898. S. 236.
44. Korti C., Boll. d. Notizie agrarie 1896. S. 304.
45. Kossowicz A., Z. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterr. 1903.
46. „ Ebenda 1906. S. 688.
47. Kramer E., W. f. Brauerei 1889. S. 1178.
48. Kümmann O. u. Hilger A., Chemisches Centralbl. 1896. II. S. 476.
49. Kuensberg M., Letters on Brewing 1906. S. 271.
50. Kulisch, Weinbau u. Weinhandel 1889. S. 42.
51. Krieger, Der amerikanische Bierbrauer 1893.
52. Laborde J., Ann. de l'Inst. Pasteur 1898. S. 517.
53. Laer van, Journal of the Inst. of Brewing 1901. vol. 7.
54. „ Compt. rend. de l'academie Paris 1904. S. 53.
55. „ Centralbl. f. Bakt. 1905. II. Abtlg. S. 558.
56. Lafar, Centralbl. f. Bakt. 1893. S. 684.
57. Lasché A., Der Braumeister, 1891. No. 7.
58. „ Ebenda 1892. No. 9.
59. „ American Brewers Rewiew. 1892 No. 15.
60. Lemaire, Compt. rend. Bd. 58. S. 958.
61. Lindner P., mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben, Berlin 1901.
62. „ W. f. Brauerei 1895. S. 27.
63. „ „ 1900. S. 49.
64. „ „ 1905. S. 528.
65. Lopriore G., Jahrb. f. wissensch. Botanik 1895. No. 4.
66. Lohmann W., Dissertation, Rostock 1896.
67. Loew O, Botan. Centralbl. 1895. Bd. LXIII. No. 67.
68. Lüstner G., Dissertation Wiesbaden 1898.
69. Mayer A., Untersuchg. u. d. alkoholische Gärung, den Stoffbedarf u. Stoffwechsel d Hefepflanze. Heidelberg 1866.
70. Matrot A., Compt. rend. de l'académie Paris CXXV. S. 874.
71. Meissner R., Weinbau und Weinhandel 1901. S. 484.
72. „ Landw. Jahrbücher 1901. S. 497.
73. „ Württ. Wochenbl. f. Landwirtschaft 1901. S. 755.
74. „ Bericht d. Kgl. Württ. Versuchsanstalt Weinsberg 1901—1903. S. 49.
75. „ Ebenda 1904.
76. Moritz, Der Weinbau 1882. S. 13.
77. Nägeli von C., Theorie der Gärung. München 1879. S. 115
78. Pasteur, Etudes sur la bière.
79. „ Etudes sur le vin. Paris 1873. S. 31.
80. „ Etudes sur le vinaigre.

81. Persoon, Mycologia europaea I. 96.
82. Plant H., Beitr. z. system. Stellung d. Soorpilzes in der Botanik.
83. Rabenhorst H., Kryptogamen-Flora.
84. Ravizza, Chem. Centralbl. 1889. S. 425.
85. Reess M., Untersuchungen ü. d. Alkoholgärungspilze 1870.
86. „ Sitzg. Bericht d. phys. med. Societät z. Erlangen 1877.
87. „ Ebenda 1878.
88. Raymann B. u. Kruis K, Mittlg. d. Versuchsstation f. Spiritusindustrie in Prag. 1891 und 1895.
89. Rist E. u. Khoury I., Ann. Pasteur 1902. Bd. 16. S. 65.
90. Saito N. K., Centralbl. f. Bakt. 1906. S. 153.
91. Schaffer F., Ann. de micrographie 1890/91.
92. Schenk M., W. f. Brauerei 1905. S. 221.
93. Schwanhaeuser R., Dissertation, Greifswald 1890.
94. Schultz A, Weinlaube 9. 1877. S. 303.
95. „ Ann. d. Oenologie 1878. S. 115.
96. Seifert W. Oest. Chem. Ztg. 1898, S. 384.
97. „ Z. f. d. landw. Versuchsw. i. Oest. 1900. Heft 3.
98. „ Ebenda. 1901. S. 215.
99. „ Ebenda 1904.
100. De Seynes. Compt. rend. de l'académie Paris 1868.
101. Siebel, Le petit Journal de Brasseur 1896. 229.
102. Takahashi T., Bull. of the Coll. of Agrikulture Tokyo, 1906. Vol. VII.
103. Tullo T. W., W. f. Brauerei 1905. S. 155.
104. Wehmer, Centralbl. f. Bakt. 1905. S. 82.
105. Wesenberg G., Ebenda 1902. S. 627.
106. Will H., Z. f. d. ges. Brauwesen 1895. S. 297.
107. „ Ebenda 1897. S. 127.
108. „ Ebenda 1899. S. 391.
109. „ Ebenda 1900. S. 185.
110. Will H. u. Wanderscheck H., Z. f. d. ges. Brauwesen 1906. S. 73.
111. Windisch, W. f. Brauerei 1893. S 665.
112. Winogradsky S., Botan. Centralbl. 1884. S. 165.
113. Wischin, Z. f. Nahrungsm. etc. von Heger 1895. S. 245.
114. Wortmann, Weinbau u. Weinhandel 1896. No. 23, 24.
115. „ Ebenda No. 46.
116. „ Landw. Jahrbücher 1897. S. 473.
117. „ Ebenda 1898
118. „ Bericht über die Kgl. Lehranstalt in Geisenheim. 1898/99.
119. Zopf W. Die Pilze.

Tabelle I: **Wachstumsgeschwindigkeit der vier Mycodermaformen bei verschiedenen Temperaturen in verschiedenen Nährböden.**

Temperatur	Würze				Würze mit Asparagin				Würze mit weins. Amon.				Peptonlösung				Sauerkrautwasser				Rübenwasser				Kartoffelwasser				Bouillon-Peptonlösung			
in C°.	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1°	—	2	—	—	–	21	–	21	—	12	—	18	—	—	—	—	—	8	—	12	21	1	36	—	14	21	—	—	5	5	21	5
7—8°	3	3	14	5	5	3	5	5	5	3	6	4	—	5	—	—	5	4	5	4	5	1	3	2	5	1	5	5	7	1	3	2
15°	2	1	2	1	2	1	2	1	3	1	3	1	—	—	—	—	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1
25°	3	1	5	5	5	1	5	5	5	1	4	3	–	–	—	—	2	2	1	3	3	1	5	3	2	5	2	5	3	1	2	3
35°	—	—	—	—	—	—	—	–	—	–	–	—	—	—	—	–	–	8	4	—	22	2	—	—	—	5	—	—	—	2	—	—
45°	—	—	—	—	–	—	—	—	—	–	–		—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	5	—	–	—	—	—	—

Tabelle II (I—VII)

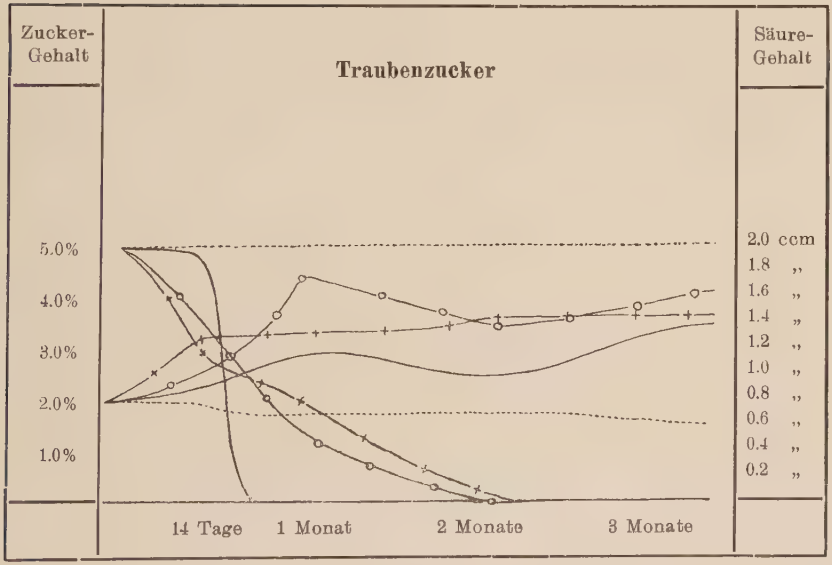
Verhalten der vier Mycodermaformen gegen verschiedene Zuckerarten.

Mycoderma a = ...

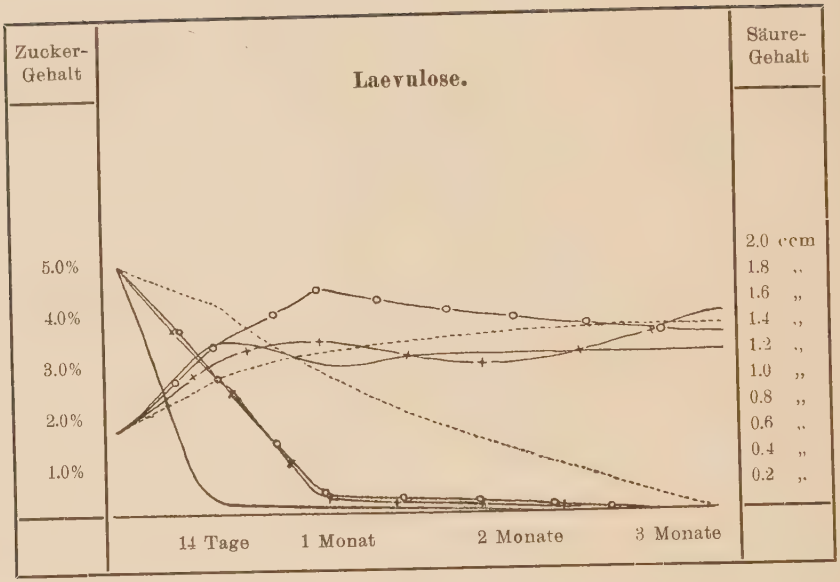
Mycoderma b = ————

Mycoderma c = ————+————

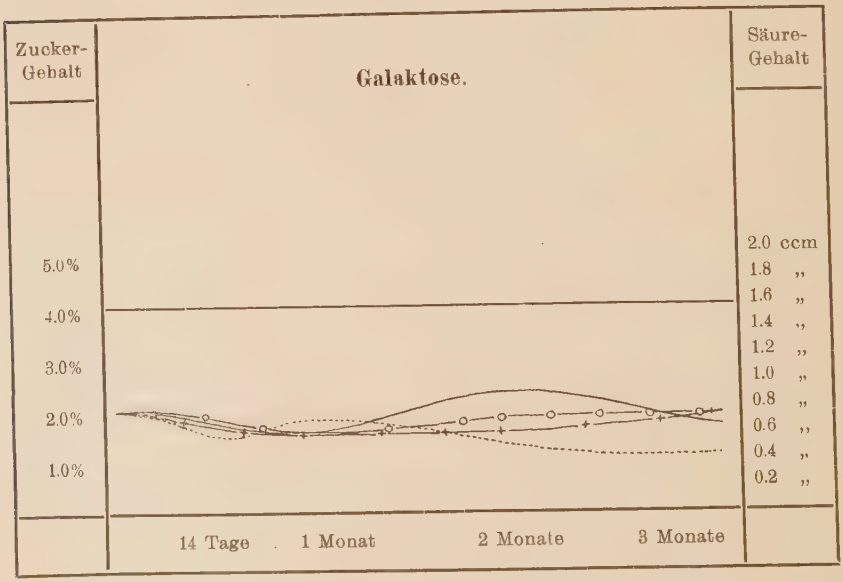
Mycoderma d = ————o————



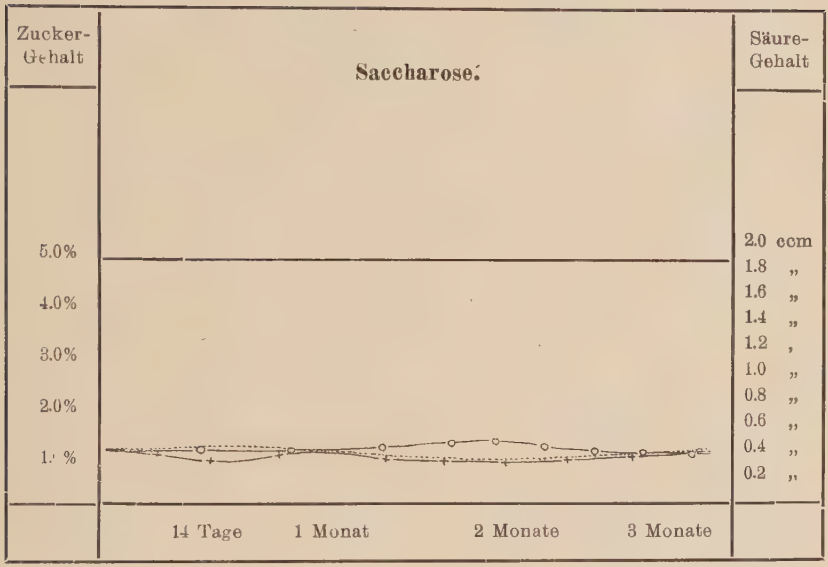
II.


Zucker-Gehalt
Laevulose.
Säure-Gehalt
5.0%
4.0%
3.0%
2.0%
1.0%
2.0 ccm
1.8 „
1.6 „
1.4 „
1.2 „
1.0 „
0.8 „
0.6 „
0.4 „
0.2 „
14 Tage
1 Monat
2 Monate
3 Monate

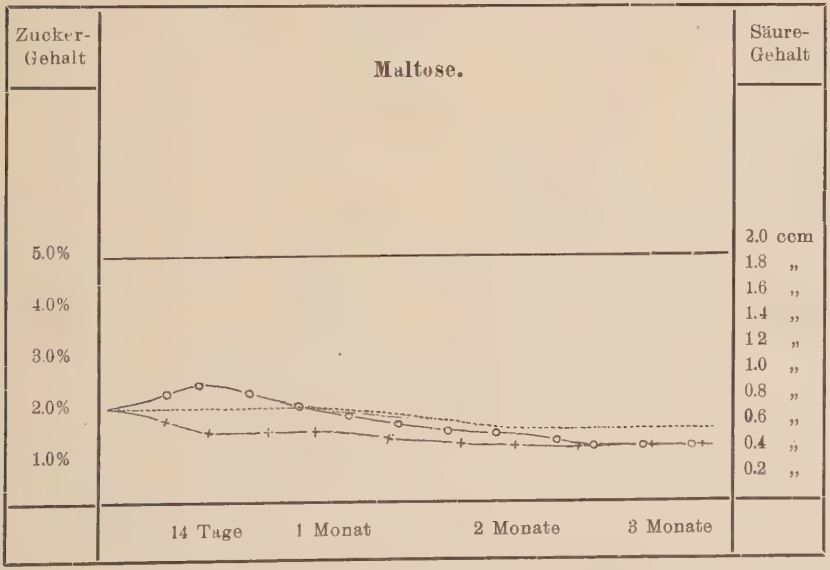
III.


Zucker-Gehalt
Galaktose.
Säure-Gehalt
5.0%
4.0%
3.0%
2.0%
1.0%
2.0 ccm
1.8 „
1.6 „
1.4 „
1.2 „
1.0 „
0.8 „
0.6 „
0.4 „
0.2 „
14 Tage
1 Monat
2 Monate
3 Monate

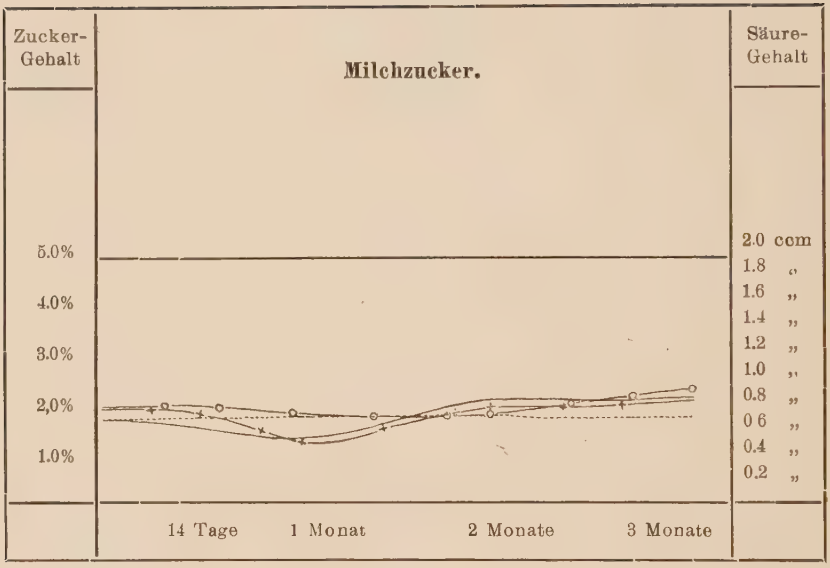
IV.


Zucker-Gehalt
Saccharose.
Säure-Gehalt
5.0%
4.0%
3.0%
2.0%
1.0 %
2.0 ccm
1.8 „
1.6 „
1.4 „
1.2 „
1.0 „
0.8 „
0.6 „
0.4 „
0.2 „
14 Tage
1 Monat
2 Monate
3 Monate

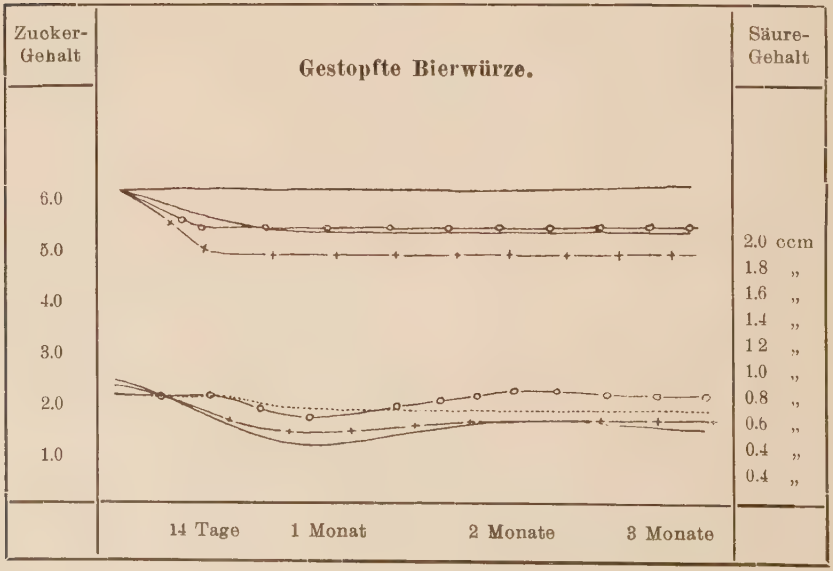
V.


Zucker-Gehalt
Maltose.
Säure-Gehalt
5.0%
4.0%
3.0%
2.0%
1.0%
2.0 ccm
1.8 „
1.6 „
1.4 „
1.2 „
1.0 „
0.8 „
0.6 „
0.4 „
0.2 „
14 Tage
1 Monat
2 Monate
3 Monate

VI.


Zucker-Gehalt
Milchzucker.
Säure-Gehalt
5.0%
4.0%
3.0%
2,0%
1.0%
2.0 ccm
1.8 „
1.6 „
1.4 „
1.2 „
1.0 „
0.8 „
0 6 „
0.4 „
0.2 „
14 Tage
1 Monat
2 Monate
3 Monate

VII.


Zucker-Gehalt
Gestopfte Bierwürze.
Säure-Gehalt
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
2.0 ccm
1.8 „
1.6 „
1.4 „
1 2 „
1.0 „
0.8 „
0.6 „
0.4 „
0.4 „
14 Tage
1 Monat
2 Monate
3 Monate

Nach Tagen	Glukose	Laevulose	Galaktose	Saccharose.	Maltose	Milchzucker	Gehopfte Bierwürze
3 Tage	Decke geschl. Matt und völlig glatt. Leichter, griesiger Bodensatz. Schwacher, weisser Ring.	Decke vollkommen geschl. Sehr üppig Glatt.	Noch kaum Vermehrung eingetreten. Schwache Hautinseln.	Schwache, matte Hautinseln.	Ganz geringe Vermehrung. Schwache Hautinseln. Geringer griesiger Bodensatz.	Keine Vermehrung.	Decke matt, geschlossen. Schwacher, weisser Ring.
14 Tage	Decke sehr üppig mit starken quer durcheinander laufend. Adern. Bodensatz sehr stark.	„	Keine Haut. Nur schwacher Bodensatz.	Ganz dünne, matte Haut. Schwarzer, griesiger Bodensatz.	Fast keine Haut. Ziemlich kräftiger Bodensatz.	Keine Haut. Geringer flockiger Bodensatz.	Decke geschl., schmutzig gelb. An d. Peripherie treten breite Falten auf. Bodensatz sehr stark.
1 Monat	„	Sehr starke Ringbildung. Decke nicht mehr geschl. Sehr starker Bodensatz.	„	„	„	„	„
2 Monate	Decke nicht mehr geschl. Bodensatz sehr kräftig. Keine Ringbildung.	„ Decke sinkt in grossen Flocken.	„	„	Einzelne kräftige Hautinseln.	„	Haut nicht mehr völlig geschlossen.
3 Monate	„	„ Die Zuckerlösung hat eine hellere Farbe bekommen.	„	Oberfläche bedekt von einzelnen starken Hautinseln. Schwacher, griesiger Bodensatz.	„	„	„

Tabelle III **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Zuckerlösungen.** Mycoderma b.

Nach Tagen	Glukose	Laevulose	Galaktose.	Saccharose.	Maltose	Milchzucker	Gehopfte Bierwürze
3 Tage	Grosse, ausgedehnte Hautinseln. Sehr ungleichmässig entwickelt.	Sehr kräftige, stark gefaltete Decke. Kräftiger Bodensatz.	Feine, matte, völlig glatte Haut.	Decke dünn und matt fest geschlossen	Feine, matte aber unzusammenhängende Haut.	Feine matte Haut, die sich an den Glaswändenhinzieht.	Decke geschl., gleichmässig matt. Weisser Ring.
14 Tage.	Ausserordentl. starke, fein gefaltete Decke, die in grossen Flocken in die Flüssigkeit herabhängt.	Decke bereits ungleich stark. Bodensatz sehr kräftig.	„ geringer, leicht beweglicher Bodensatz.	„ Geringer Bodensatz.	„ Geringer Bodensatz	„ Kräftiger Bodensatz.	Decke sehr kräftig u. stark gefaltet. Lebhafte, weisse Farbe. Mässiger Bodensatz.
1 Monat	Decke mässig dick. Sehr starker Bodensatz. Flüssigkeit blank aber mit Flocken erfüllt.		„ Breite Ringbildung.	„	Besonders an der Glaswand stärkere Hautinseln. Bodensatz mässig.	„	„
2 Monate	„ Sehr starker Ring.	„	Haut vielfach durchgefallen. Bodensatz kräftiger.	„ Die Decke zeigt unregelmässige Sprünge.	Starke Randbildung. Haut ziemlich kräftig aber nicht geschlossen. Breiter Rand.	„	Decke grösstenteils durchgefallen. Bodensatz 1 cm hoch. Ringbildung.
3 Monate	„	Haut vielfach durchbrochen. Flüssigkeit von herabgesunk. Hautteilen erfüllt. Starker Ring.	„ Bodensatz flockig geballt.	„ An der Glaswand eine breite dünne Haut.	„	„	„

Nach Tagen	Glukose	Laevulose	Galaktose	Saccharose	Maltose.	Milchzucker	Gehopfte Bierwürze
3 Tage	Kräftige, matte Hautinseln.	Sehr kräftige Decke mit lebhafter Farbe u. zierlicher Faltung. Geringer Bodensatz.	Einzelne Hautinseln. Matt.	Feine, glatte Haut von mattem Aussehen.	Feine, glatte Haut von mattem Aussehen.	Einzelne, kräftige Hautinseln. Matt.	Decke geschl., ohne Struktur aber nicht gleichmässig. Weisser Ring.
14 Tage	Decke sehr ungleichmässig. Teils matt, teils kreideweiss bis gelb. Flüssigkeit nicht klar. Starker Bodens.	Sehr üppige Entwicklung. Flüssigkeit klar, aber von flockigen Massen erfüllt.	Entwicklung sehr gering. Schwacher, flockiger Bodensatz.	Die Haut zeigt einzelne Sprünge und Löcher. Schwacher Bodensatz.	„ Mässiger Bodensatz.	„ Schwacher Bodensatz.	Haut dünn und matt, schmutzig gelb. Bodensatz sehr stark. Starker Ring.
1 Monat	„ Von der Decke hängen grosse Flocken herab. Starker Bodens.	„ Bodensatz sehr stark, 1 cm hoch. Decke grossenteils durchgef.	Fast keine Haut. Nur geringer griesiger Bodensatz.	„	„	Wachstum sehr gering.	„
2 Monate	„ Decke nur mehr einzelne Hautinseln.	„	„ Submerses Wachstum.	„	„ Kräftiger Bodensatz.	„	Ring auffallend stark. Decke ungleich, grossenteils zu Boden gesunken.
3 Monate	Ring ausserordentlich stark entwickelt. Bodensatz sehr üppig, 1 cm hoch.	Starker Ring. Flüssigk. blank aber mit massig. Flocken erfüllt.	„	„	Haut fast völlig durchgefallen. Kräftiger Bodensatz.	„	„

Tabelle III **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Zuckerlösungen.** Mycoderma d.

Nach Tagen	Glukose	Laevulose	Galaktose	Saccharose	Maltose	Milchzucker	Gehopfte Bierwürze
3 Tage	Kräftige Decke von mattem Aussehen. Schwacher Bodensatz, starker Ring.	Sehr kräftige, glatte Haut von lebhafter Farbe. Hängt in Flocken herab.	Dünne, matte Hautinseln.	Dünne, matte Decke.	Grosse, matte Hautinseln,	Matte, dünne Haut.	Decke geschl., matt und glatt. Ringbildung gering.
14 Tage	Decke völlig geschlossen in breite Schlangenlinien gelegt, die eine lebhafte Farbe zeigen.	Aeusserst kräftiges Wachstum. Haut stark gefaltet. Bodensatz und Ringbildung sehr kräftig.	Sehr geringe Entwicklung. Schwache Hautinseln, geringer Bodensatz.	„ Schwacher Bodensatz.	„ Geringer Bodensatz.	„ Schwacher Bodensatz.	Kräftige, reich gefaltete Decke. Ausserordentl. starker Ring u. Bodensatz
1 Monat	Sehr üppiges Wachstum. Bodensatz 1 cm hoch. Decke teilweise durchgef.	Decke ungleich, bereits teilweise durchgefallen.	„	„	Decke geschl., sehr dünn und matt.	„	Decke nicht mehr geschl. u. ungleich dick. Vermehrung des Bodensatzes.
2 Monate	„	„ Nur submerses Wachstum.	„	„ Sehr geringes submerses Wachstum.	„ Stärkeres Wachstum am Rande.	„	„
3 Monate	„	Decke keine mehr vorhanden. An der Glaswand schleimige Massen.	„	„	„	„	Die Hautinseln sind schleimig.

Tabelle IV a. Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Würzekulturen mit Alkoholzusatz. Mycoderma a.

Tag	Ohne Alkohol	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1.	Schwache Hautinseln.	Schwache Hautinseln.	Wie 1%.	Vereinzelte matte Hautinseln.	Wie 2%.	Wie 1%.	Wie 1%.	—	—	—	—
2.	Decke fast völlig geschlossen.	Glatte, geschlossene Decke.	Wie 1%.	Vereinzelte, matte Hautinseln.	Wie 1%.	Wie 1%.	Wie 1%.	Sehr schwache Hautinseln.	—	—	—
3.	Feine, matte Decke. Starker Ring.	Üppige stark gefaltete Decke.	Wie 1%.	Glatte, kräftige Decke.	Wie 1%.	Wie 1%.	Wie 1%.	Kräftige, matte Hautinseln,	Sehr schwache Hautinseln.	Wie 8%.	—
5.	Kräftige Decke, Mässiger Bodensatz.	Wachstum bei 1—6% Alkoholzusatz fast vollkommen gleichmässig. Sehr üppige, stark gefaltete Decken, die eine Dicke von 2mm besitzen Sehr starker, kreideweisser Ring. Die Decken sind gelbbraun gefärbt.						Feine, matte Decke. Schwacher Ring.	Kräftige, matte Hautinseln.	Schwache Hautinseln.	—
8.	,,	,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, Bildung eines geringen Bodensatzes.							Feine, matte Haut.	Am Rande schwache Hautinseln.	—
14.	Decke an vielen Stellen durchbroch. Starker Boden.	Die Decken bei 1—8% Alkoholzusatz vollkommen gleich. Sie sind sehr stark gefaltet, besitzen eine gelbbraune Farbe und hängen in Flocken in die Flüssigkeit herein.								Einige matte Hautinseln.	Sehr schwache Ringbildung
23.	,,	,, ,, ,, ,, ,, ,,						Die Decken sind grossenteils durchgefallen. Starke Bodensätze.		,,	,,
35.	,,	Die Decken zeigen ein sehr ungleichmässiges Bild, da sie grossenteils zu Boden gesunken sind.								,,	,,

Tabelle IV a. **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Würzekulturen mit Alkoholzusatz.** Mycoderma b.

Tag	Ohne Alkohol.	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1.	Einige matte Hautinseln	Decke fast völlig geschlossen.	Matte, geschlossene Decken. (2%—5%)				Kräftige Hautinseln	Einige schwache Hautinseln.			—
2.	Decke geschlossen. Schwacher Ring.	Decken sehr üppig, stark gefaltet, von gelbbrauner Farbe. Sehr starke Ringbildung.					Kräftige Decke.	Wie 6%.	Wie 6%	Wie 6%.	Sehr schwache Hautinseln
3.	„	Wie am 2. Tage.						Starke, gefaltete Decken.			Kräftige Hautinseln
5	„	Die Kulturen mit 1—9% Alkoholzusatz zeigen ganz gleiche Decken. Dieselben sind sehr üppig entwikelt stark gefaltet und besitzen eine sehr starke Ringbildung. Durchwegs die Ringbildung eines mässigen Bodensatzes.									Dünne matte Decke.
8.	„	Die Decken sind im allgemeinen wie am 5. Tage. Doch zeigen sich bei einzelnen Kulturen kreisrunde Löcher. Bei allen Kulturen kräftige Bodensätze und Ringbildung.									„
14.	Decke fällt durch. Sehr starker Bodensatz.	Zeigen das gleiche Aussehen wie am 5. Tage.									„
23.	„	Die Decken sind noch unverändert. Geringer Bodensatz.	Bei einem Alkoholzusatz von 3—5% sind die Decken bereits durchgefallen, die Oberfläche von einer matten, gleichmässigen Haut bedeckt. Ringbildung und Bodensätze sehr stark.								„
35.	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„

Tag	Ohne Alkohol.	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1.	Schwache, matte Hautinseln	Kräftige Hautinseln	Wie 1%	Wie 1%	Wie 1%	—	—	—	—	—	—
2.	„	Grosse, aber unzusammenhängende Hautinseln.				Sehr schwache Hautinseln	Wie 5%	—	—	—	—
3.	Dünne, matte Decke,	Kräftige, stark gefaltete Decken.			Kräftige Hautinseln	Wie 4%	Wie 4%	Am Rande schwaches Wachstum.	—	—	—
5.	„	Sehr üppige Decken mit starker Faltung.				Dünne, matte Decke.	Decke noch nicht völlig geschloss.	Schwache, matte Hautinseln	—	—	—
8.	Kräftige, schwach gefaltete Decke.	Die Decken sehen äusserlich nunmehr gleich aus. Sie sind sehr üppig entwickelt und besitzen alle einen starken Ring. Sie zeichnen sich durch eine lebhafte Farbe aus.							Vereinzelte kräftige Hautinseln	—	
14.	Deckekräft. aber sehr ungleich. Starker Bodensatz.	„	„	„	„	„	„	„	Decke völlig geschlossen. Dünn und matt.	Am Rande schwache Hautinseln	—
23.	„	Die Decken sind grösstenteils durchgefallen, infolgedessen sehr ungleich. Die Reste derselben zeigen eine gelbbraune Farbe und sehen schleimig aus. Ueberall finden sich sehr starke, flockige Bodensätze und kräftige Ringbildung.									
35.	„	Wie am 23. Tage.									

Tabelle IV a. **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Würzekulturen mit Alkoholzusatz.** Mycoderma d.

Tag	Ohne Alkohol	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1.	Vereinzelte matte Hautinseln	Matte, aber ziemlich grosse Hautinseln.			—	—	—	—	—	—	—
2.	Kräftige Hautinseln	Decken fast vollkommen geschlossen. Deutliche Ringbildung			Kräftige Hautinseln,		Am Rande schwaches Wachstum.			—	—
3.	„ Sehr starker Ring.	Kräftige, stark gefaltete Decken mit auffallender Ringbildung.			Dünne, matte Decke mit kräftigem Ring.				Kräftige Hautinseln	—	—
5.	„	Sehr üppige, stark gefaltete Decken mit auffallender Ringbildung			Decken etwas schwächer als bei 1—3% Alkoholzusatz, jedoch sehr kräftig entwickelt. Auch hier starke Ringbildung.				Am Rande kräftige Hautinseln	—	—
8.	„	Die Decken sind äusserlich völlig gleich. Sehr üppige Entwicklung mit starker Ring- und geringer Bodensatzbildung.							Matte, dünne Haut mit Ring.	Am Rande schwache Hautinseln	—
14.	Dünne matte Decke. Starker Ring und Bodensatz.	Die Decken sind gleichmässig üppig entwickelt. Sie sind stark gefaltet, besitzen durchwegs einen starken Ring und zeigen eine braune Farbe.								„	Am Rande ganz minimaler Wachstum
23.	„	Die Kulturen mit 1—8% Alkoholzusatz sind völlig gleichmässig entwickelt.								„	„
35.	„	Die Decken sind noch nicht durchgefallen. Nur ganz geringe Bodensatzbildung.								„	Decke geschlossen. Breiter Ring. Kein Bodensatz.

Tabelle IV b. **Wachstumserscheinungen der vier Mycoderformen auf Hefewasserkulturen mit Alkoholzusatz.** Mycoderma a.

Tag	Ohne Alkohol.	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%
2.	—	Schwache Hautinseln	Wie 1%	Wie 1%	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	—	Feine Haut schwach gefaltet.	Wie 1%	Wie 1%	Matte Hautinseln	Wie 4%	Ganz minimale Vermehrung.	Wie 6%	—	—	—	—
6.	Ganz minimale Vermehrung.	Decken vollkommen geschlossen. Ziemlich stark gefaltet und sehr gleichmässig entwickelt.				Decke geschlossen, schwächer als bei 1-4%	Grosse, matte Hautinseln	Wie 6%	Schwache Hautinseln	Wie 8%	—	—
12.	Schwache Hautinseln. Geringer Bodensatz	Decken durchwegs sehr stark. Ueberall Auftreten eines starken Ringes. Ziemlich starke Bodensätze.								Am Rande kräftige Hautinseln	—	—
15.	„	Die Decken sind sehr stark gefaltet.			Sehr kräftige Decken, aber ohne Falten. Die Decken sehen schleimig aus.			Decken kräftig entwickelt und zart gefaltet.		Matte, dünne Haut ohne Struktur.	Geringer Bodensatz.	—
25.	„	Die Kulturen von 1—8% tragen alle starke Decken. Bei 3—8% Alkoholzusatz ist eine starke Entfärbung eingetreten. Ueberall starke Bodensätze und Ringbildung.								Kräftige, zart gefaltete Decke.	„	—
30.	„	Die Decken sehen sehr ungleich aus. Sie sind grossenteils durchgebrochen. Die an der Oberfläche befindlichen Teile haben meist ein schmieriges Aussehen. Sehr starke Bodensätze und Ringbildungen.								„	Schwache Hautinseln	—
35.	„	„	„	„	„	„	„	„	„	Decke ebenfalls durchgebrochen.	„	—

Tabelle IV b. **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Hefewasserkulturen mit Alkoholzusatz.** Mycoderma b.

Tag	Ohne Alkohol.	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
2.	—	Kräftige Hautinseln	Wie 1%	Wie 1%	Schwache Hautinseln	Wie 4%	Wie 4%	—	—	—	—
4.	Minimale Hautinseln	Kräftige, matte Hautinseln	Wie 1%	Wie 1%	Decke nicht völlig geschlossen.	Decke geschlossen	Wie 4%.	—	—	—	—
6.	„	Kräftige Decken mit starker Faltung. Sehr breite Randbildung.			Decken etwas schwächer als bei 1—3%.			—	—	—	—
12.	Decke fast vollkomm. geschloss.	Decken sehr kräftig und äusserlich sehr gleichmässig. Ueberall stark gefaltet Lebhafte, leuchtende Farbe der Decken. Sehr breite Randbildung.						Vereinzelte schwache Hautinseln	Wie 7%	Kräftige Hautinseln	Wie 7%
15.	„	„	„	„	„	„	„	Sehr kräftige Decken. Starker Ring und Bodensatz.		Decke geschlossen und gefaltet.	Wie 7%
25.	Decke durchgebrochen. Starker Satz.	Von 1—8% Alkoholzusatz sehr üppige, zierlich gefaltete Decken. Ring und Bodensatz wie am 15. Tage.								„	„
30.	„	Von 1—4% Alkoholzusatz Decken gleichmässig üppig.				Decken sehr ungleich, da grossenteils durchbrochen. Bildung starker Bodensätze.				„	„
35.	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„

Tabelle IV b. **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Hefewasserkulturen mit Alkoholzusatz.** Mycoderma c.

Tag.	Ohne Alkohol	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
2.	—	Kräftige Hautinseln	Wie 1%	Vereinzelte matte Hautinseln	Matte, geschlossene Decke	—	—	—	—	—	—
4.	Vereinzelte matte Hautinseln	Decke geschlossen, mit starker Faltung.	Wie 1%	Decke geschlossen, aber ungleichmässig.	Wie 3%	Starke Hautinseln	Wie 5%	—	—	—	—
6.	„ Geringer Bodensatz	Kräftige Decken mit starker Faltung.		„	Wie 3%	„	Wie 5%	—	—	—	—
12.	Sehr schwaches Wachstum. Flockiger Bodensatz.	Kräftige Decke mit starkem Bodensatz.	Die Decken von 2—6% Alkoholzusatz sind äusserlich gleich. Mässige Ringbildung. Sehr kräftiger Bodensatz. Decken schmutzig-gelb.					Geringe, flockige Bodensätze	—	—	—
15.	„	„	Die geschlossenen Decken sind teilweise zierlich gefaltet, sehen aber schleimig aus. Ausserordentlich starker Bodensatz.					„	Wie 7%	—	—
25.	„	Die Decken sind durchgebrochen. Starker Ring.	„ „ „ „ Bei 3—6% Alkoholzusatz ist starke Entfärbung der Nährlösungen eingetreten.					Kräftige Hautinseln Starker Bodensatz.	Geringer, flockiger Bodensatz.	—	—
30.	„	„	„	„	„	„	„	„	„	—	—
35.	„	Die ursprünglichen Decken sind durchgefallen. An ihrer Stelle matte, dünne Häute. Reste der alten Decke sehen schleimig aus. Sehr starker Ring und Bodensatz.						Decke geschlossen. Starker Bodensatz.	Decke fast geschloss., ungleichmässig.	—	—

Tabelle IV b. **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Hefewasserkulturen mit Alkoholzusatz** Mycoderma d.

Tag	Ohne Alkohol	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
2.	—	Matte Hautinseln	Wie 1%	—	Geschloss., matte Haut.	—	Mässiger Bodensatz.	—	—	—	—
4.	Vereinzelte Hautinseln	Dünne, mattte Haut.	Wie 1%	Matte Hautinseln	Wie 1%	—	„	—	—	—	—
6.	„	Kräftige, geschlossene Decken mit starker Faltung.		„	Wie 1%	—	Schwache Hautinseln	—	—	—	—
12.	Am Rande schwache Hautinseln Mässiger Bodensatz.	Kräftige Decken mit starker Faltung. Ringbildung und Bodensatz.			Sehr starke vereinzelte Hautinseln.		Matte Decke, nicht geschlossen.	Keine Oberflächenvegetation. Flockige, schwache Bodensätze.			—
15.	„	„	„	„	„	Matte Decke ohne Struktur.	Wie 1%	„	„	„	—
25.	„	Die Decken sind durchgebrochen. Sehr starker Bodensatz.		„ „ „ Starke Enfärbung der Nährlösungen.			„	„	„	„	—
0.		Wie am 25. Tage.									
35.	—	Die Decken sind durchwegs durchgefallen. Bodensätze sind ca. 1 cm hoch. Sämtliche Kulturen sind stark entfärbt. Die Oberfläche nur mehr von Resten der normalen Decke bedeckt. Sehr starke Ringbildung.						„	„	„	—

Tabelle V. A. **Analysenresultate der Alkoholhaltigen Würzekulturen.**

Ursprüngl. Alkoholgehalt (Gew. %)	Mycoderma a				Mycoderma b				Mycoderma c				Mycoderma d			
	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh.*) nach 6 Wochen	Zunahme	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh. nach 6 Wochen	Zunahme	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh. nach 6 Wochen	Zunahme	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh. nach 6 Wochen	Zunahme
0.85 %	0.00	0.85	1.60	0.8	0.00	0.85	1.3	0.5	0.00	0.85	1.5	0.7	0.00	0.85	1.1	0.3
1.66 %	0.00	1.66	1.40	0.6	0.00	1.66	1.6	0.8	0.00	1.66	1.6	0.8	0.00	1.66	1.6	0.8
2.47 %	0.00	2.47	1.80	1.0	0.00	2.47	1.7	0.9	0.00	2.47	1.6	0.8	0.00	2.47	1.7	0.9
3.27 %	0.00	3.27	1.90	1.1	0.00	3.27	1.8	1.0	0.00	3.27	1.7	0.9	0.00	3.27	1.7	0.9
4.08 %	1.13	2.95	2.00	1.2	0.00	4.08	3.0	2.2	1.24	2.84	3.8	3.0	0.00	4.08	1.9	1.1
4.88 %	1.40	3.48	7.50	6.7	0.00	4.88	6.2	5.4	1.19	3.69	5.0	4.2	0.00	4.88	1.7	0.9
5.69 %	2.78	2.91	4.90	4.1	1.56	4.13	6.6	5.8	2.37	3.32	4.0	3.2	0.00	5.69	2.1	1.3
6.50 %	3.54	2.96	4.10	3.3	2.60	3.90	12.6	11.8	3.13	3.37	4.0	3.2	0.00	6.50	4.2	3.4
7.31 %	4.63	2.68	1.70	0.9	3.71	3.60	5.3	4.5	4.31	3.00	4.6	3.8	1.68	6.23	12.3	11.5
8.12 %	6.48	1.64	1.20	0.4	3.72	4.35	6.0	5.2	5.89	2.23	1.1	0.3	4.57	3.55	1.4	0.6

*) Der ursprüngliche Säuregehalt war 0.8 ccm.

Tabelle V.B. **Analysenresultate der Alkoholhaltigen Hefewasserkulturen.**

Ursprüngl. Alkoholgehalt (Gew.-%)	Mycoderma a				Mycooerma b				Mycoderma c				Mycoderma d			
	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh.*) nach 6 Wochen	Zunahme	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh. nach 6 Wochen	Zunahme	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh. nach 6 Wochen	Zunahme	Alkoholgeh. nach 6 Wochen	Abnahme	Säuregeh. nach 6 Wochen	Zunahme
0.85	0.00	0.85	0.4	0 22	0.00	0.85	0 4	0.22	0.00	0.85	0.4	0.22	0.00	0.85	0.50	0.32
1.66	0.00	1.66	0.6	0 42	0.00	1.66	0.4	0.22	0.00	1.66	0.4	0.22	0.00	1.66	0.55	0.37
2.47	0.00	2.47	0.7	0.52	0.00	2.47	0.6	0.42	0.00	2.47	0.7	0.52	0.00	2.47	0.65	0.47
3.27	0.00	3.27	4.4	4.22	0 00	3.27	0.6	0,42	0.00	3.27	3.2	3.02	0.00	3.27	0.70	0.52
4.08	0.85	3.23	3.5	3.32	0.00	4 08	0.8	0.62	0.94	3.14	3.6	3.42	0.00	4.08	3.40	3.22
4.88	1.73	3.15	4.4	4.22	0.00	4.88	0.8	0.62	1.44	3.44	3.6	3.42	0.00	4.88	10.7	10.52
5.69	2.45	3.24	4.2	4.02	0.00	5.69	18.5	18.32	3.73	1.96	5.8	5.62	4.15	1.54	0.30	0.12
6.50	3.25	3.25	4.0	3.82	1.64	4 86	16.7	16.52	4.73	1.77	1.0	0.82	4.72	1.78	0.25	0.07
7.31	3.94	3.37	4.5	4.32	2 26	5.05	9.9	9.72	5.41	1.90	0.4	0 22	5.41	1.90	0.20	0.02
8.12	5.87	2.25	0.3	0.12	3.01	5.11	8 6	8.42	5.71	2.31	0.3	0.12	6.03	2.09	0.20	0.02
8.94	6.30	2.64	0.2	0.02	5.70	3.24	8.0	7.82	6.10	2,84	0 24	0.06	6.18	2.76	0.20	0.02
9.75	6.53	3.22	0.2	0.02	6.31	3.44	0.27	0.09	6.72	3.03	0.22	0.04	6.48	3.27	0.20	0.02

*) Der ursprüngliche Säuregehalt war 0.'8 ccm.

Tabelle VI.

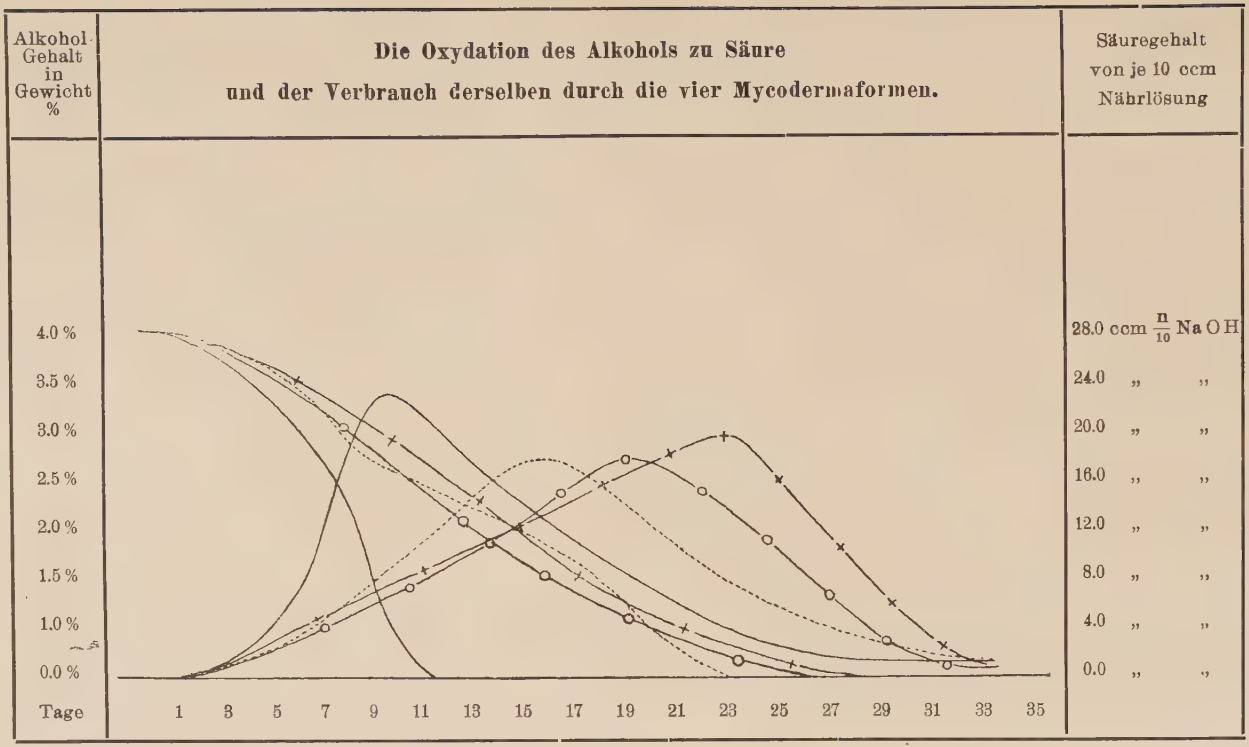

Alkohol Gehalt in Gewicht %
Die Oxydation des Alkohols zu Säure
und der Verbrauch derselben durch die vier Mycodermaformen.
Säuregehalt von je 10 ccm Nährlösung
4.0 %
3.5 %
3.0 %
2.5 %
2.0 %
1.5 %
1.0 %
0.0 %
Tage
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35
28.0 ccm n/10 Na O H
24.0 „ „
20.0 „ „
16.0 „ „
12.0 „ „
8.0 „ „
4.0 „ „
0.0 „ „

Tabelle VII. **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Peptonlösung mit Säurezusatz.** Mycoderma a.

Tag	Ohne Säure.	Weinsäure.	Citronensäure.	Apfelsäure.	Milchsäure.	Bernsteinsäure.	Essigsäure.
2.	—	Vereinzelte, matte Hautinseln	Kräftige Hautinseln.	Kräftige Hautinseln.	Kräftige Hautinseln.	Grosse, matte Hautinseln.	Grosse Hautinseln.
3.	—	„	„	Decke völlig geschlossen aber ungleichmässig.	„	Matte, völlig geschlossene Decke.	Dünne, matte Decke.
7.	—	„	„	Sehr kräftige Decke.	Starke aber sehr ungleichmässige Decke	Sehr kräftige Decken.	Sehr starke Decke.
14.	—	„	„	„	„	„	„ Starke Ringbildung.
28.	—	„	„	„ Die Decke sieht schleimig aus.	„	„	„

Die Kulturen liessen nunmehr bis zum 50. Tag, an dem sie untersucht wurden, äusserlich keine Veränderung erkennen. Bodensätze wurden nur in schwachen Spuren gebildet.

Tabelle VII. **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Peptonlösung mit Säurezusatz.** Mycoderma b.

Tag	Ohne Säure.	Weinsäure.	Citronensäure.	Apfelsäure.	Milchsäure	Bernsteinsäure.	Essigsäure.
2.	—	Matte Hautinseln	Einzelne, matte Hautinseln.	Matte, fast vollkommen geschlossene Decke	Am Rande schwaches Wachstum.	Einzelne, matte Hautinseln.	Einzelne Hautinseln.
3.	—	„	„	„	Matte, dünne Decke.	„	„
7.	—	„	„	Decke vollkommen geschlossen Schwacher Bodensatz.	Sehr kräftige Decke. Mässiger Bodensatz.	Decke geschlossen. Einzelne Randpartien kräftiger.	Sehr kräftige Decke. Starker Bodensatz und Ringbildung.
14.	—	„	Ganz schwaches Wachstum.	Sehr üppige Decke. Schwacher Bodensatz.	Sehr üppige, zierlich gefaltete Decke.	„	„
28.	—	Ganz schwacher Bodensatz.	„	„	„	„	„
50.	Die Kulturen veränderten sich äusserlich nicht mehr.						

Tabelle VII **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Peptonlösung mit Säurezusatz.** Mycoderma c.

Tag	Ohne Säure.	Weinsäure.	Citronensäure.	Apfelsäure.	Milchsäure.	Bernsteinsäure.	Essigsäure.
2.	Sehr schwache Hautinseln.	Sehr schwache Hautinseln.	Vereinzelte, sehr schwache Hautinseln.	Schwache Hautinseln.	Schwache Hautinseln.	Kräftige Hautinseln.	Schwache Hautinseln.
3.	„	„	„	Matte, feine Decke.	Kräftige Hautinseln.	Matte, feine Hautinseln.	„
7.	„	„	„	Sehr kräftige Decke. Mässiger Bodensatz.	Starke Decke, nicht völlig geschlossen.	Sehr üppige Decke.	Sehr kräftige Decke, starke Ringbildung.
14.	„ Schwacher Bodensatz.	„	„	„	Sehr kräftige, aber ungleichmässige Decke.	„ Starke Ringbildung.	„
28.	„	„	„	Sehr kräftige, aber ungleichmässige Decke.	„	„	„
50.	„	„	„	„	„	„	„

Tabelle VII **Wachstumserscheinungen der vier Mycodermaformen auf Peptonlösung mit Säurezusatz.** Mycoderma d.

Tag	Ohne Säure.	Weinsäure.	Citronensäure.	Apfelsäure.	Milchsäure.	Bernsteinsäure.	Essigsäure.
2.	Vereinzelte, sehr schwache Hautinseln.	Schwache, matte Hautinseln.	Sehr schwache Hautinseln.	Kräftige Hautinseln.	Kräftige Hautinseln.	Kräftige Hautinseln.	Decke fest geschlossen.
3.	„	„	„	Matte, feine Decke.	„	Decke matt, fast geschlossen.	Matte, dünne Decke.
7.	„	„	„	Sehr kräftige Decke. Starker Ring- und Bodensatz.	Decke fest geschlossen, matt.	Sehr kräftige Decke, schwacher Ring.	Sehr kräftige Decke mit starkem Ringe.
14.	„	„	„ Ganz geringer Bodensatz.	„	Kräftige Decke von mattem Aussehen. Viel Bodensatz.	Sehr üppige Decke, starker Ring.	Sehr üppige Decke. Bodensatz ca. 1 cm hoch.
28.	„ Geringer Bodensatz.	„	„	„	„	„ Decke kreideweiss, stark gefaltet.	„
50.	„	„	„	Haut sehr kräftig, sieht schleimig aus.	Sehr starke, ungleichmässige Decke,	„	„

Tabelle VIII. Einwirkung der vier Mycodermaformen auf organische Säuren.

Säure	Ursprüngl. Säure-gehalt pro 10 ccm.	Mycoderma a		Mycoderma b		Mycoderma c		Mycoderma d	
		Nach Abbruch des Versuches ccm $\frac{n}{10}$ NaOH	Abnahme	Nach Abbruch des Versuches ccm $\frac{n}{10}$ NaOH	Abnahme	Nach Abbruch des Versuches ccm $\frac{n}{10}$ NaOH	Abnahme	Nach Abbruch des Versuches ccm $\frac{n}{10}$ NaOH	Abnahme
Weinsäure.	11.0	11.2	+0.2	11.0	+0.	11.1	+0.1	11.1	+0.1
Citronensäure.	11.3	11.4	+0.1	11.4	+0.1	10.7	−0.6	11.3	+0.0
Apfelsäure.	10.9	4.6	−6.3	5.3	−5.6	4.3	−6.6	5.3	−5.6
Milchsäure.	10.9	6.5	−4.4	5.0	−5.9	6.3	−4.6	8.4	−2.5
Bernsteinsäure.	12.1	4.8	−7.3	8.5	−3.6	4.7	−7.4	5.3	−6.8
Essigsäure	13.2	5 3	−7.9	5.2	−8.0	5.1	−8.1	5.3	−7.9

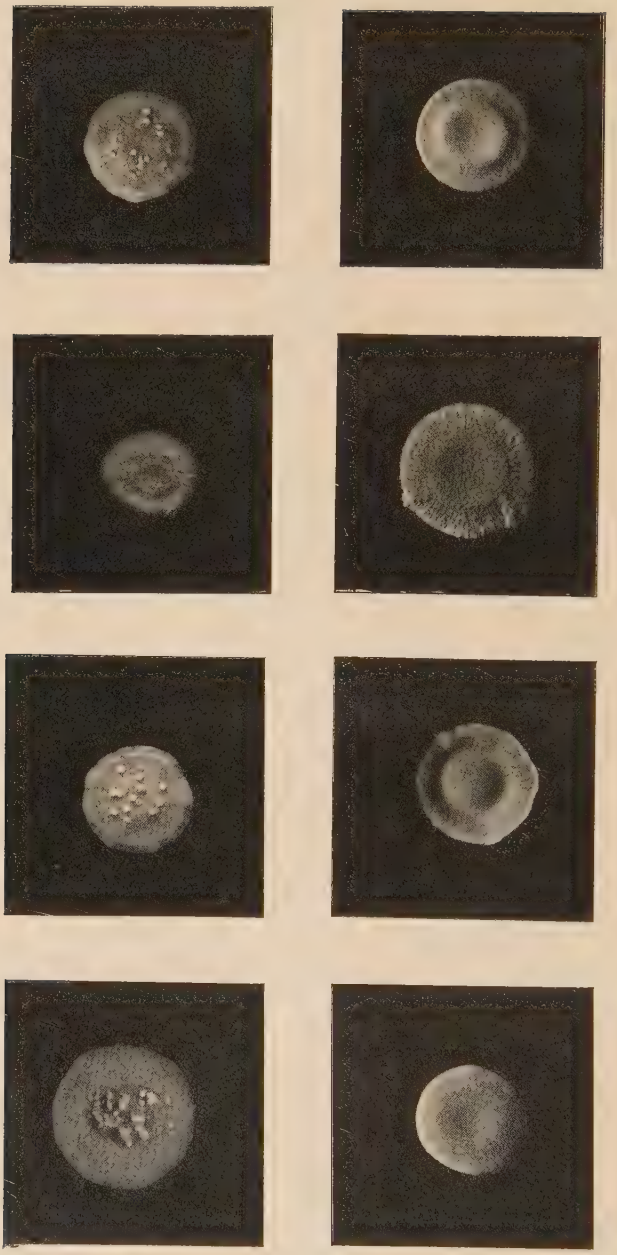
Tafel I.

Masstab 1:600.

Figurenerklärung:

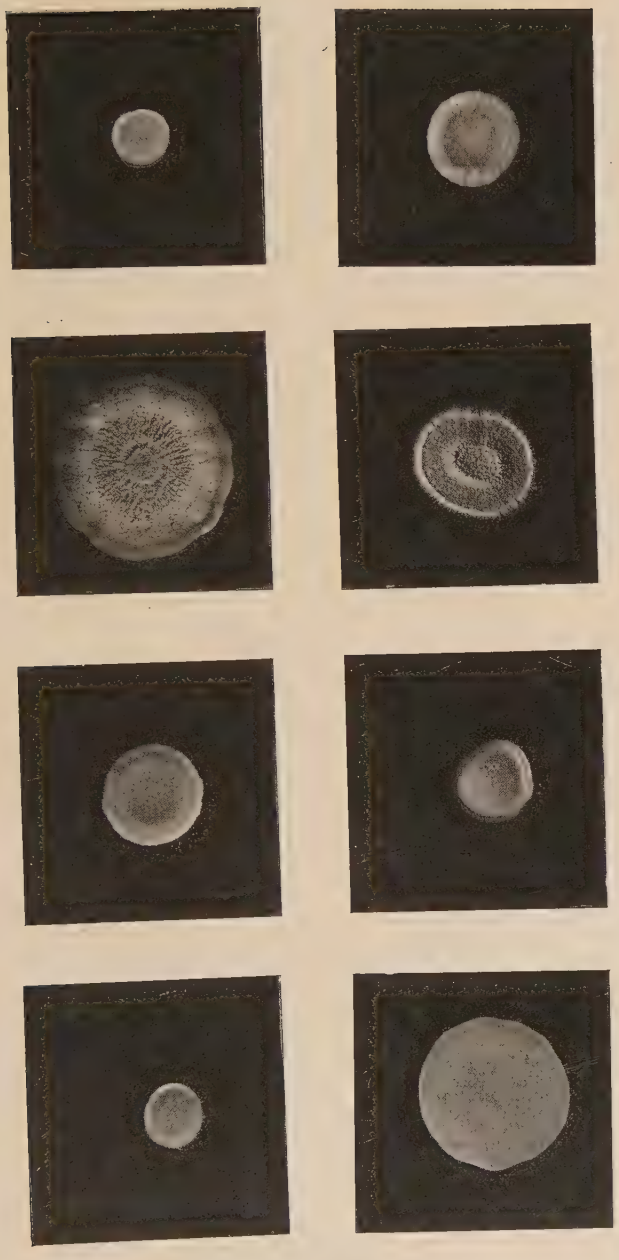
1. Zellformen der Mycoderma b aus einer 1 Monat alten Traubenzuckerlösung.
2. Zellformen der Mycoderma a aus einer 2 Monate alten verflüssigten Kartoffelwassergelatine.
3. Zellformen der Mycoderma a aus dem gleichen Nährboden.
4. Zellformen der Mycoderma c aus einer 1 Monat alten Traubenzuckerlösung.
5. Sprossform der Mycoderma b (a – d). Die schraffierten Zellen sind mit einer Lufthülle umgeben.
6. Mycelähnlicher Sprossverband der Mycoderma d aus einer Rübengelatine.
7. Sprossverband langgestreckter Zellen der Mycoderma d aus der Decke einer 3 Mon. alten Traubenzuckerlösung.
8. Sprossverband der Mycoderma b aus einer mit Asparagin versetzten Würzegelatine.
9. Desgleichen aus einer Würzegelatine.
10. Sprossverband der Mycoderma c aus Hefewasser (mit 8% Alkoholzusatz).
11. Zellformen der Mycoderma b aus einer 2 Tage alten Würzekultur.

Tafel II.



I. horizontale Reihe:
Riesenkolonien der Mycoderma a auf
Würze-, Kraut-, Rüben- und Kartoffelwassergelatine.

II. horizontale Reihe:
Riesenkolonien der Mycoderma b auf den gleichen Böden.



III. horizontale Reihe:
Riesenkolonien der Mycoderma c auf den gleichen Böden.

IV. horizontale Reihe:
Riesenkolonien der Mycoderma d auf den gleichen Böden.